DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE FABRICACION DE EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES EN LA EMPRESA INAGROMECANICA LTDA UTILIZANDO LA TECNICA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO

LUISA FERNANDA TABARES HURTADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2013

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE FABRICACION DE EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES EN LA EMPRESA INAGROMECANICA LTDA UTILIZANDO LA TECNICA DEL ESTUDIO DEL TRABAJO

LUISA FERNANDA TABARES HURTADO

PROYECTO DE GRADO
Pasantía Institucional para optar al título de ingeniero industrial

Director
GEOVANNY ARIAS CASTRO
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2013

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial.

GIOVANNY ARIAS CASTRO
Jurado

LUIS ALBERTO GARCIA
Jurado

Santiago de Cali, 21 de Marzo de 2013.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE CUADROS

Pág.

RESUMEN

El propósito de este trabajo de grado, es lograr una mejora en la productividad de la planta Inagromecanica la cual se han detectado problemas como el retraso con los tiempos de entrega, bajo cumplimiento con el presupuesto de los proyectos y altos índices de productos no conformes.

Estos problemas se demuestran ya que la compañía actualmente no presenta la metodología más adecuada para la utilización de los recursos, por lo que se considera una empresa efectiva pero no eficiente, por lo tanto presenta:

- Altos tiempos de entrega o leed time largo.
- Cero inventario
- Altos costos operativos
- Poca flexibilidad

Este trabajo de grado tiene como objetivo general diagnosticar el proceso de fabricación de equipos de almacenamiento y manejo de materiales con el fin de reducir y/o eliminar las ineficiencias del área productiva en la empresa Inagromecanica LTDA, utilizando la técnica del estudio del trabajo.

El diagnostico permitirá estudiar el proceso que lleva desde que se alista una producción como durante la ejecución de esta y así mismo poder evaluar las condiciones, procedimientos, tiempos muertos que se presentan en los distintos métodos de trabajo.

A partir del diagnóstico, se realizan con las observaciones, documentación y desglose del trabajo actual en elementos, para determinar los métodos y tiempos, con el fin de corregir las deficiencias existentes y aquellas operaciones innecesarias, que impiden obtener una mayor eficiencia en la planta de procesos.

Se documentó el proceso que se lleva para elaborar una tolva con el fin de elaborar curso gramas sinópticas y analíticas, además de un análisis cualitativo de las causas de ineficiencia del proceso que se cuantifico de acuerdo a la opinión de los directivos de la empresa.

Se obtuvo los respectivos tiempos estándar para cada actividad necesaria para fabricar la tolva para posteriormente sumarlos y obtener el tiempo de ciclo de todo el proceso.

Se realizó una comparación entre la metodología de producción tanto actual como la propuesta para evaluar que tan favorables serian la implementación de mejoras para la compañía.

Durante la ejecución del proyecto se emplearon diversas herramientas para hacer el estudio de métodos y tiempos, se utilizó un cronometro, una tabla con formatos para consignar los datos obtenidos, se realizaron curso gramas y diagramas de barras para representar los datos.

El estudio de métodos y tiempos, y la estandarización, le permite a la empresa el fortalecimiento en la toma de decisiones a nivel administrativo y operacional, así como, implementar mejoras tanto correctivas como preventivas, que permitan incrementar la productividad de la empresa, bajo una política de mejora continua.

Método: Procedimiento utilizado para llegar a un fin

Tiempo: magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos, sujetos a cambio, de los sistemas sujetos a observación.

Estudio del trabajo. Evaluacion sistematica de los métodos utilizados para la realización de las actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan.

Diseño de planta: ordenación de espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, etc.

Productividad: es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Eficiencia: es la capacidad de disponer de alguien o de algo para el cumplimiento de los objetivos utilizando de la menor cantidad de recursos.

Eficacia: Es la capacidad para cumplir con los objetivos.

Mejora continua: herramienta de mejora para cualquier proceso o servicio, la cual permite un crecimiento y optimización de factores importantes de la empresa que mejora el rendimiento de esta en forma significativa.

INTRODUCCION

La tendencia mundial de incrementar la productividad en el mercado, implica la elaboración de productos de calidad, oportunamente y al menor costo posible, con una inversión mínima de capital y con un máximo satisfacción del cliente, por lo que el estudio del trabajo se ha traducido en un interés más amplio por parte de las empresas que pretenden lograr una normalización altamente competitiva. Es por esta razón que la gestión de los recursos (personas, proceso, productos, partes y maquinaria) es la base para la mejora continua.

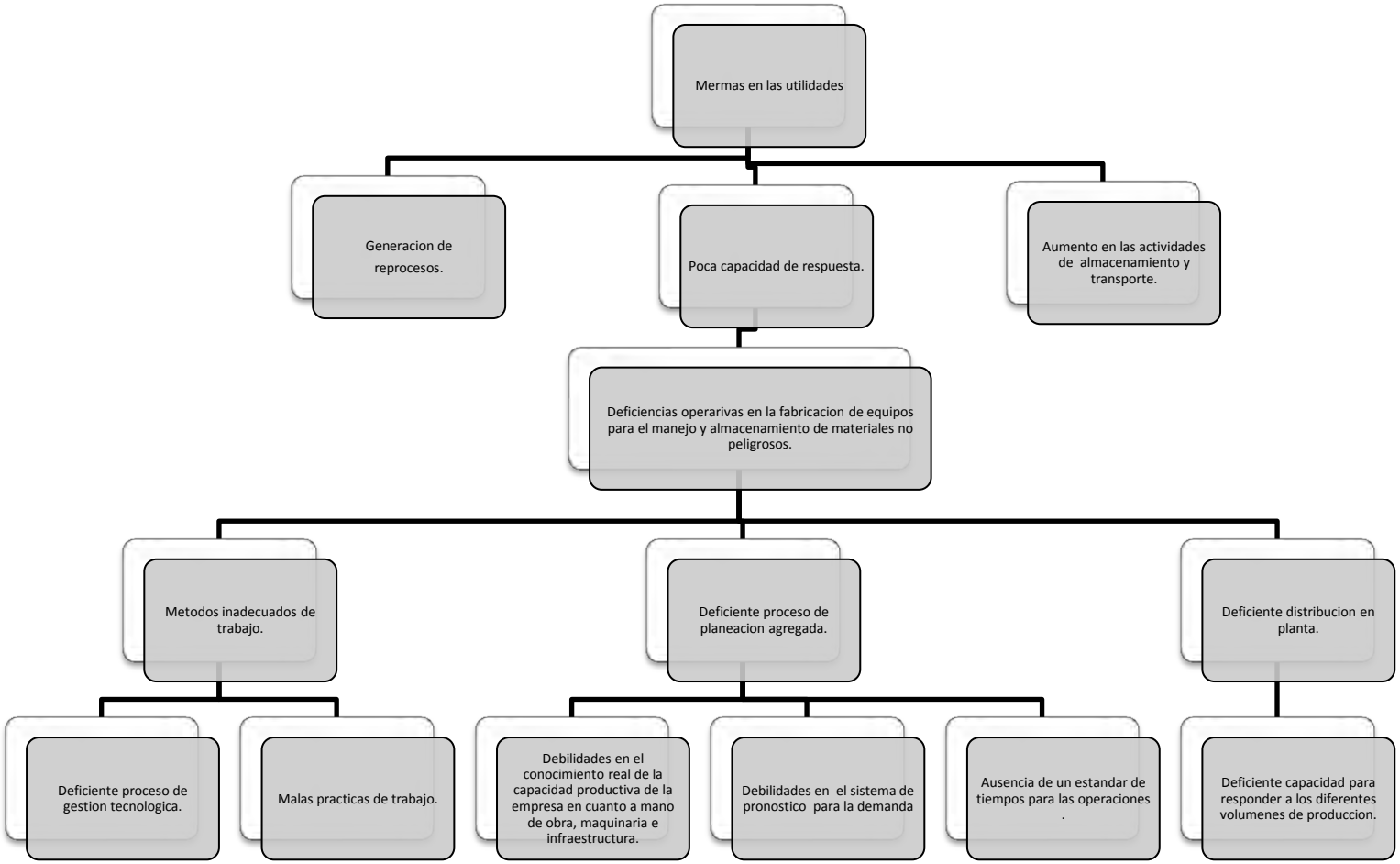
En este sentido, el problema central de este proyecto es la existencia de deficiencias operativas en el proceso de fabricación de equipos para el manejo y almacenamiento de materiales no peligrosos, en la empresa Inagromecanica LTDA, debido a métodos inadecuados de trabajo, deficientes procesos de planeación agregada y deficiente distribución en planta, planteándose como objetivo general la realización de un estudio del trabajo y de distribución en planta para mejorar el aprovechamiento de los recursos existentes de mano de obra, equipos, materia prima, insumos e infraestructura en general, en el proceso productivo de dicha empresa del sector metalmecánico.

Para cumplir con los objetivos trazados del proyecto, se implementó una metodología de tres etapas; la primera etapa clasificada como un estudio de tipo descriptivo, pretenderá caracterizar el proceso productivo de la compañía, con el objetivo de diagnosticar la situación actual de éste, en la segunda etapa clasificada como un estudio descriptivo, se pretenderá examinar y analizar de manera crítica y sistemática, los diferentes elementos del proceso de fabricación de equipos para el manejo y almacenamiento de materiales no peligrosos; con el fin de proponer recomendaciones que brinden soluciones y mejoras a los problemas identificados en la etapa anterior, con base en técnicas que propicien el flujo continuo de las operaciones y la eficiente distribución de estas; en la tercera etapa clasificada como un estudio cuantitativo, se buscara medir el trabajo empleado para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondiente a los elementos de las operaciones del proceso productivo

Para terminar, el presente proyecto busca establecer la utilidad del diagnóstico y el análisis del proceso productivo de la empresa Inagromecanica LTDA, para la reducción y/o eliminación de las ineficiencias del proceso de fabricación de equipos de almacenamiento y manejo de materiales de esta compañía, utilizando la técnica del estudio del trabajo, para formar un modelo en la toma de decisiones, relacionadas con la mejora de los métodos de producción y todos los efectos funcionales y operativos alrededor de este; como la disminución de costos y

tiempo invertidos en reprocesos, cumplimiento en los tiempos de entrega de los productos, y disminución de los tiempos de producción en planta.

ARBOL DEL PROBLEMA



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La productividad es un indicador que refleja la eficiencia de las empresas, por lo que para éstas, obtener un valor elevado en este indicador se ha convertido en uno de sus principales objetivos. Como es sabido uno de los instrumentos más eficaces para obtenerlo consiste en la aplicación de la técnica del Estudio del Trabajo, que tiene como propósito lograr una estandarización altamente competitiva en los tiempos de operación y las técnicas de producción, de manera precisa, permitiendo el mejor aprovechamiento de los recursos (mano de obra, equipos, materia prima, insumos, e infraestructura en general) en las compañías.

De acuerdo con la importancia que tiene para las empresas involucrar en sus decisiones una estrategia que involucre la técnica del estudio del trabajo como la clave para alcanzar la productividad, que busque a su vez incrementar la capacidad de producción de una operación o de un grupo de operaciones al reducir el costo de éstas o mejorar la calidad del producto[1], se ha creado la necesidad de desarrollar una actitud de cuestionamiento sobre todas las facetas del trabajo, de analizar y de examinar minuciosamente de una manera crítica y sistemática los métodos y tecnologías utilizadas para la realización de una operación y las formas existentes de llevarla a cabo.

A través del cumplimiento de estos objetivos y en búsqueda de un mejoramiento productivo, Inagromecanica LTDA, compañía del sector metalmecánico, dedicada al diseño, fabricación y montaje de equipos para el manejo y almacenamiento de materiales no peligrosos; busca enfrentar las deficiencias operativas en su proceso misional de fabricación, que son causadas por métodos inadecuados de trabajo, deficientes procesos de planeación agregada y deficiente distribución en planta.

Finalmente, este proyecto lo que busca es realizar una investigación enmarcada en la técnica del estudio del trabajo al que pretende registrar las operaciones del proceso productivo actual de la empresa Inagromecanica LTDA, identificar las oportunidades de mejora del sistema de producción en cada una de las operaciones del proceso productivo de la compañía Inagromecanica LTDA y

[1] NORMAN, Gaither; y FRAIZER, Gerg. Administración de producción y operaciones. Octava edición. Thompson editores.1999. Pág. 594. ISBN 970-686-0.31-2.

determinar los tiempos de las diferentes operaciones tanto del proceso productivo actual como del mejorado, para incrementar el aprovechamiento de los recursos existentes de mano de obra, equipos, materia prima, insumos e infraestructura, con el propósito de aumentar la productividad.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con la problemática anteriormente expuesta, la pregunta que este proyecto pretende resolver es ¿El diagnóstico del proceso productivo, mediante la técnica del Estudio del Trabajo resulta útil para reducción y/o eliminación de las ineficiencias del proceso de fabricación de equipos de almacenamiento y manejo de materiales para la empresa Inagromecanica LTDA?

Para resolver esta pregunta es necesario tener en cuenta los siguientes interrogantes:

- ¿Al registrar las operaciones del proceso productivo actual de la compañía, es posible analizar a cabalidad las variables que afectan dicho proceso?

- ¿Al identificar malas prácticas en cada una de las operaciones del proceso productivo, se obtiene suficiente información para establecer métodos adecuados de trabajo?

- ¿Es posible que al determinar los tiempos de las diferentes operaciones del proceso productivo actual y mejorado, se puede mejorar la programación de la producción y la utilización de los recursos como mano de obra y maquinaria?

2. JUSTIFICACIÒN

El diagnóstico y análisis de las operaciones de un proceso productivo, propicia el mejoramiento productivo en planta, el cual se traduce en la gestión de la producción que se encarga de la administración de los recursos de una compañía (mano de obra, materia prima, equipos, insumos e infraestructura). Esta técnica es una de las principales herramientas que permiten el aumento en la productividad de las empresas, y propician la mejora continua.

Afrontar la anterior tarea agregada y operativa no es trabajo fácil; mediante el uso de tácticas ligadas al estudio del trabajo y a la distribución en planta, que midan el trabajo empleado para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondiente a los elementos de las operaciones del proceso productivo, que examine y analice de manera crítica y sistemática, los diferentes elementos del proceso de fabricación de equipos, a fin de determinar los elementos o actividades innecesarios y recomendar la forma óptima de operar; y que permitan proponer recomendaciones que permitan soluciones y mejoras a los problemas identificados, con base en técnicas que favorezcan el flujo continuo de las operaciones y la eficiente distribución de estas; se puede lograr la eliminación o reducción de deficiencias en la producción.

Se busca entonces que el proceso de diagnóstico y análisis de operaciones del proceso de fabricación de equipos para el manejo y almacenamiento de materiales, sea capaz de cumplir con el objetivo planteado anteriormente, siendo esta una práctica que se viene desarrollando en los últimos años en distintas compañías y que ha demostrado gran efectividad cuando son correctamente planeadas e implementadas por las organizaciones que buscan obtener un mejoramiento productivo.

Los principales beneficiarios en este proyecto serán entonces:

- La Empresa. Porque estará adoptando dentro de sus sistemas de gestión un programa que le permitirá mejorar su producción a partir de la eliminación y reducción de deficiencias en los métodos operacionales de su proceso misional de fabricación.
- Los trabajadores. Porque a través de un sistema de mejoramiento continuo, se velara en pro de la salud del trabajador, en la mejora de su calidad de vida, y a partir de este plan le permitirá brindar las mejores condiciones para la realización de un trabajo de forma productiva.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el proceso de fabricación de equipos de almacenamiento y manejo de materiales con el fin de reducir y/o eliminar las ineficiencias del área productiva en la empresa Inagromecanica LTDA, utilizando la técnica del estudio del trabajo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Registrar las operaciones del proceso productivo actual de la empresa Inagromecanica LTDA, con el fin de analizar a cabalidad las variables que afectan dicho proceso.

- Identificar las oportunidades de mejora del sistema de producción en cada una de las operaciones del proceso productivo de la compañía Inagromecanica LTDA.

- Determinar los tiempos de las diferentes operaciones tanto del proceso productivo actual como del mejorado, para determinar la eficiencia de las mejoras propuestas

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 ESTADO DEL ARTE

El análisis y diagnóstico de los procesos productivos en las empresas, constituyen la base para la mejora continua. Para eliminar y/o reducir las deficiencias operativas en las operaciones que conforman el proceso productivo es necesario contar con información confiable que facilite la toma de decisiones, es por esto que en diferentes países y en distintas empresas se han desarrollo estrategias que aborden adecuadamente esta problemática como es el uso de estudios que analicen y estandaricen el trabajo, para posteriormente proponer mejoras.

Según Castañeda, Jesús David [2], el principal problema que presentan las empresas pymes del sector metalmecánico se basa en el diagnóstico y la evaluación del proceso productivo de la compañía. La solución a esta problemática se obtienen de acuerdo al autor mediante el uso de una herramienta de diagnóstico interno en la empresa, que constituye la herramienta base para determinar las falencias y proponer correctivos que mejoren el nivel productivo y competitivo de estas compañías. Para llevar a cabo este diagnóstico se realizó un análisis competitivo del grupo estratégico de la empresa, se consideró las ventas y los costos de esta y se analizó el grupo estratégico al que pertenece el producto y la estrategia competitiva actual. Los temas abordados en este diagnóstico interno fueron; la gestión de materiales, el inventario, el almacenaje, planeación, programación y control de la producción, control de calidad, clientes, garantías y recurso humano. Este diagnóstico interno obtuvo como resultado consideraciones importantes para el área de producción, se determinó que en el sector metalmecánico el proceso de planeación de la producción determina esencialmente como se fabrica un componente, factor que constituye el principal determinante del costo de fabricación y la rentabilidad del producto; también se pudo establecer que la programación y las decisiones enfocadas a los procesos, inician con una orden de trabajo, de acuerdo con el plan de requerimiento de materiales y el plan de requerimiento de capacidad.

[2] CASTAÑEDA, Jesús David, Valoración del estado actual de las pymes metalmecánicas mediante la aplicación de la herramienta de diagnóstico logístico en un pilo local. EN El hombre y la máquina. Julio-Diciembre, 2004. Vol. 1, no 1, .p 42-51.

Siguiendo con este orden de ideas, en el proyecto realizado por Almario Romero, Rosalba María[3], se muestra como las debilidades a nivel tecnológico y los bajos niveles de competitividad de las pequeñas y medianas empresas en Colombia, se generan por un bajo nivel de desarrollo y de investigación por parte de estas, problema que pretende resolver mediante un estudio de los mecanismos y procedimientos que analizan el comportamiento de las capacidades tecnológicas, de las pymes del sector metalmecánico Colombiano, este estudio propone un modelo metodológico que involucre un sistema que evalué la etapa tecnológica y diseñe un procedimiento de revisión, además de una propuesta de mejoramiento del proceso de gestión de la capacidad tecnológica con el fin de incorporar mejoras enmarcadas en la estrategia operacional. En el seguimiento de cada una de las estepas que se plantean en este proyecto se obtiene un nivel de diseño, manufactura, y de competitividad.

En el sector metalmecánico como en el caso anterior, según Chabla, lila Mercedes[4] se presenta como problemática la desorganización, inseguridad y contaminación del espacio de trabajo tanto por los gases de soldadura, vapor de aceite soluble, humedad, ruido excesivo y desperdicio de tiempo. Este problema se abordó con una metodología Lean, basada en métodos de mapeo de la cadena de valor, 5´s y cambios rápidos (SMED), enfocados a disminuir los desperdicios de suministros críticos de la tubería, a brindar un ambiente de trabajo seguro y disminuir el tiempo de cambio de matrices, con el fin de aumentar la productividad y acaparar el mercado interno con un tiempo de respuesta inmediata. Bajo esta metodología, se logró obtener simplificación en el área de trabajo, mayor productividad disminuyendo el tiempo de cambio de matrices en un 75%, lo que permite aumentar la producción y planificar el tamaño óptimo de producción.
Otra problemática que impacta negativamente las compañías de metalmecánica en concreto la industria Tomi CA, según Tormero, José Iván,[5] es la dificultades que presenta en la ubicación de la materia prima y los productos terminados, esto porque no se cuenta con las dimensiones correctas para las respectivas áreas dentro de las instalaciones de la empresa, demorando así el proceso productivo de la compañía. Ante tal situación se planteó una metodología de solución que pretende resolver el problema con base a la evaluación del actual proceso productivo, aplicando el método del interrogatorio, las preguntas de la OIT, u análisis operacional y descripción del nuevo método propuesto de trabajo, a través

[3] ROMERO, Rosalba María, Diagnostico para empresas del sector metalmecánico utilizando la técnica MICT para capacidad tecnológica. Trabajo de grado ingeniera de producción. Bogotá DC. Universidad EAN. 2012. 112 p.
[4] CHABALA, Lila Mercedes, Diagnostico y mejoramiento de una metalmecánica, utilizando los métodos de la cadena de valor (VSM), 5´S y cambios rápidos (SMED), Trabajo De grado Ingeniero Industrial. Guayaquil, Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral. 2008.152p.
[5] TORMERO, José Iván, Análisis operacional del proceso productivo en la empresa metalmecánica TOMIS.A. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. República Bolivariana de Venezuela. Antonio Jose Sucre. 2009. 92 p.

de un diagrama del proceso y un diagrama de flujo. A partir de este estudio se logró efectuar una mejor organización del lugar de trabajo para la materia prima y el producto terminado, delimitando la nueva zona de almacenamiento y de producto terminado, de control de calidad, el área de seguridad de transporte, seguridad en las máquinas y el área de trabajo, además la creación de un almacén muerto, reubicación de maquinarias, dotación de mesas, sillas y tambores de desecho para cada una de las maquinas, adquisición de anaqueles para producto terminado y techado de patio trasero de la empresa.

La productividad que se estudia en los casos anteriores según, Rúa, Katherine Alejandra,[6] es la problemática que afecta a la sección de empaque de la empresa Cato, compañía dedicada a la producción de tornillos; para solucionarla es necesario la aplicación de un estudio del trabajo que le permita a la compañía Cato S.A, una mejora continua que le permita ser una organización competitiva en el mercado; es por esto que se ha identificado que la ausencia de un estudio de métodos y tiempos en esta compañía, ha generado ineficiencia en el proceso productivo. Ante esta situación el autor pretendió brindar un sistema que produjera la información referente al estudio del trabajo para normalizar los elementos que conforman la producción de tornillos en la empresa y proponer un mejor método de trabajo. Los resultados que se obtuvieron en esta práctica fueron la generación de un sistema de control generador de datos, que le permita a la empresa simplificar problemas de dirección como la mejor toma de decisiones.

En conclusión, en varios países del mundo de han desarrollado estudios de medición del trabajo, con el objetivo de aumentar la productividad en las compañías y fomentar e implementar técnicas de mejora continua, a través de métodos que estudian el trabajo, coincidiendo todas en el uso de técnicas que disminuyen el desperdicio, normalizan los procesos y gestionan el mejor uso de los recursos, a través de la medición del trabajo, los estudios de métodos, diseño y distribución en planta y conocimientos lean. Estos métodos se usaran en conjunto para la mejora de la productividad de la empresa Inagromecanica LTDA; siendo estos aspectos los que se pretenden alcanzar con el presente estudio.

[6] RUA, Katherine, Estandarización y mejoramiento del proceso de empaque de elementos de fijación (tornillos) en industrias CATO S.A. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Santiago de Cali. Universidad Autónoma de Occidente. 2013. 57 p.

4.2 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

4.2.1 Estudio de métodos. El estudio de métodos es la metodología general del diseñador para la solución de problemas.7 La técnica empleada en su estudio se relaciona, en lo esencial, con la aplicación del método experimental ideado por Descartes. Su procedimiento actualizado para desarrollar un centro de trabajo, fabricar un producto o proporcionar un servicio.

Este estudio es el análisis y registro sistemático de la manera de realizar las actividades. Sus objetivos básicos son los de mejorar los procesos, procedimientos y la disposición de la fábrica. Por otro lado también pretende economizar el esfuerzo humano para reducir la fatiga innecesaria, además de ahorrar en el uso de materiales, máquinas y mano de obra.[8]

El estudio de métodos al ser sistémico se rige por una serie de etapas las cuales permiten el análisis de cada una de las etapas de producción, es por esto para identificar las malas prácticas en las diferentes operaciones del sistema productivo, se debe considerar varios componentes:

➢ Definición del problema. Lo primero es seleccionar el proyecto, los procesos y sistemas de operación, los productos nuevos o rediseños por funcionalidad, calidad, costos o competitividad, todo conforme a los resultados de los diagramas de proceso, de Pareto, causa-efecto.[9]

Luego de la selección se deben presentar los datos, los dibujos, los planos, el ciclo de vida, las especificaciones, los requerimientos de cantidad, calidad y entrega. Un problema de diseño de métodos puede formularse por ejemplo, así:

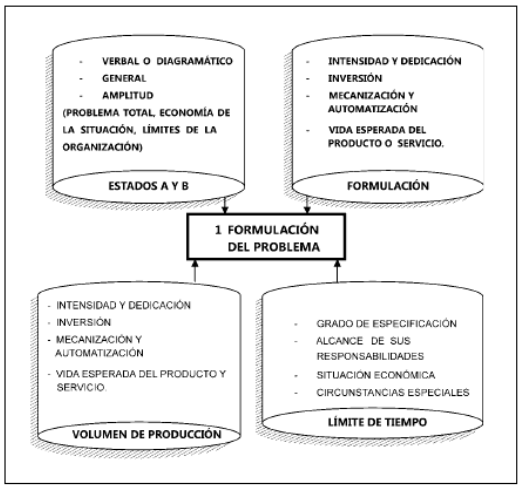
● Encontrar el método más económico de ensamblar varias piezas, para obtener el producto diseñado.
● Encontrar el método más económico y oportuno para prestar un servicio.
● Encontrar el método más económico para transformar la materia prima en una pieza terminada.

---

[7] Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 54 p. ISBN 978-958-648-624-8.
[8] OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000. p. 9.
[9] Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 56 p. ISBN 978-958-648-624-8.

Como se puede ver en la siguiente figura, la formulación del problema que se describe anteriormente, debe tener presente el volumen de producción, el límite de tiempo y los estados actuales del proceso.

Figura 1. Etapa1- Formulación del problema



Fuente: Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 55 p.

Según lo dicho anteriormente entonces una descripción breve y general de las características del problema, incluye:

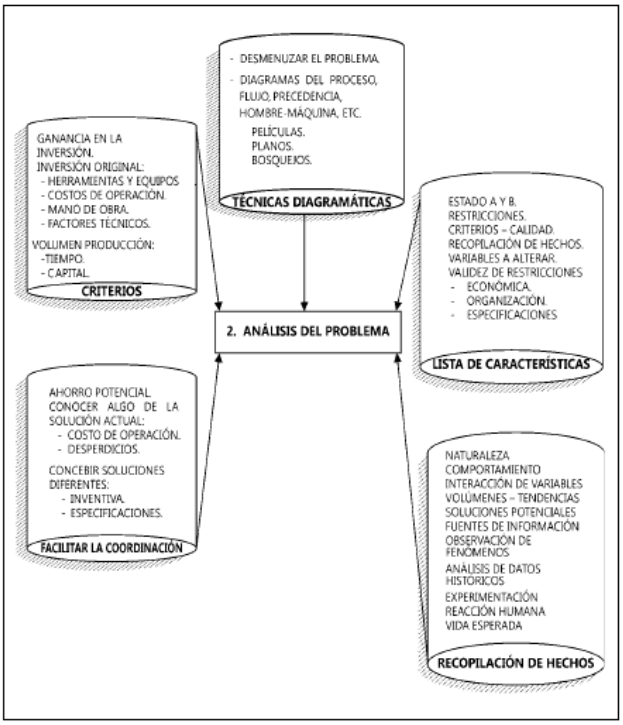
- Los estados de entrada y salida.
- Los criterios principales cuantitativos y cualitativos de formulación.
- Volumen de la producción.

➢ Análisis del problema. Se efectúa mediante objetivos, diseños, datos, dibujos, tolerancias, esquemas, especificaciones, materiales, manejo de materiales, procesos, preparación de herramientas, requerimientos de calidad, entregas, proyecciones del ciclo de vida, diagramas de proceso, condiciones de trabajo, distribución en planta, tecnología y diseño del trabajo.[10]
En esta fase se debe examinar y analizar de manera crítica y sistemática, los diferentes elementos del proceso de fabricación, ensamble o prestación de un servicio, a fin de eliminar los elementos o actividades innecesarios y deducir la forma óptima de operar.

[10] Ibíd., p. 60.

En la imagen se puede observar las estrategias que se pueden efectuar para el análisis del problema.

Figura 2. Etapa 2-Análisis del problema



Fuente: Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 60 p.

➢ Búsqueda de alternativas. Se usa para desarrollar el método ideal, teniendo en cuenta el medio ambiente, la ergonomía, la aceptación del personal involucrado y la seguridad e higiene del trabajo.[11] Esta etapa cubre una búsqueda parcialmente sistemática y directa, con base en las restricciones, volumen y criterios.

Las decisiones y pasos al diseñar una instalación completa para producir un artículo o un servicio incluye:

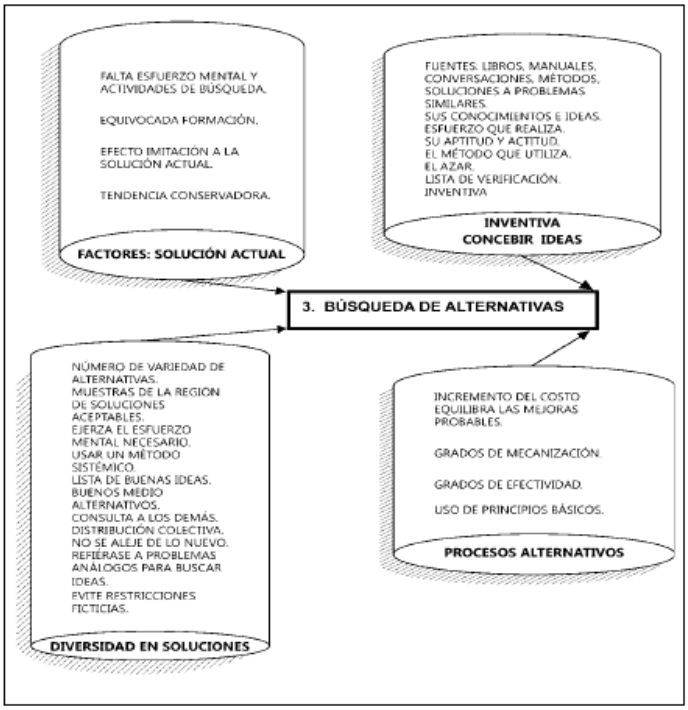
● Decidir lo que debe hacerse para fabricar el producto o prestar el servicio.

● Buscar variedad de procedimientos de fabricación, ensamble o prestación de servicios.

[11] Ibíd., p. 61.

● Establecer las operaciones o actividades que harán las máquinas y las personas o combinación de personas y máquinas.
● Diseñar las funciones de las personas al producir, transportar, medir, manipular, etc.
● Evaluar las competencias de las personas y la capacidad de las máquinas para hacer más eficiente el proceso total.
● Distribuir los lugares de trabajo y secuencia de eventos, basándose en sus propias ideas y otras fuentes de inspiración como libros, manuales, conversaciones, experiencias, soluciones similares, etc.
Estas consideraciones se describen en la siguiente ilustración.

Figura 3. Etapa 3-Búsqueda de alternativas

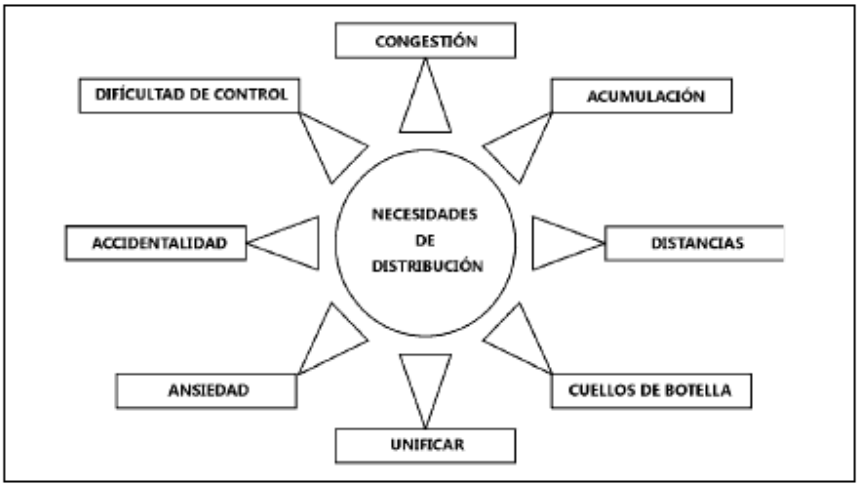


Fuente: Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 62 p.

4.2.2 Distribución en planta. La distribución en planta es el proceso de ordenamiento físico de los espacios necesarios para el equipo de producción, los materiales, el movimiento y almacenamiento tanto de los materiales como de los productos terminados, el trabajo del personal y los servicios complementarios, de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible.[12]

La necesidad de este proceso se evidencia cuando aparecen cambios en la compañía de referentes al volumen de producción, tecnología y producto. Como se observa en la siguiente figura:

Figura 4. Necesidades de la distribución en planta



Fuente: Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 141 p.

A partir de este estudio se consigue un mejor funcionamiento de las instalaciones, y funciona bajo los siguientes principios:

- Principio de la integración de conjunto: La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

[12] Ibíd., p. 130.

- Principio de la mínima distancia recorrida: en igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer entre operaciones sea la más corta.
- Principio de la circulación o flujo de materiales. En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.
- Principio del espacio cúbico: la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.
- Principio de la satisfacción y de la seguridad: será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.
- Principio de la flexibilidad: siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

De acuerdo con los principios nombrados anteriormente se pueden identificar cuatro formas de distribución en planta:

- Por producto
- Por proceso
- Por posición fija, correspondiente a las configuraciones por proyecto.
- Células de fabricación.

Cada tipo de distribución puede evidenciar ventajas y desventajas, de acuerdo como se establezca el escenario, sobre el cual se está trabajando. A continuación se muestra cada una de las ventajas de los tipos de distribución en comparación con las otras.

Cuadro 1. Ventajas de cada tipo de distribución en planta

LÍNEA O CADENA	FUNCIONAL O PROCESO	POSICIÓN FIJA
1. MENOR TRANSPORTE DE MATERIALES.	1. MEJOR UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA.	1. EL TRANSPORTE DE MATERIALES SE REDUCE AL MÍNIMO.
2. MENOR CANTIDAD DE MATERIALES EN PROCESO Y MENOR ESPACIO TEMPORAL.	2. FLEXIBILIDAD EN LA ASIGNACIÓN DE EQUIPO.	2. ASEGURA CONTINUIDAD POR ASIGNACIÓN DE EQUIPO DE OPERARIOS RESPONSABLES.
3. USO EFECTIVO DE LA MANO DE OBRA POR ESPECIALIZACIÓN, FACILIDAD DE ENTRENAMIENTO Y MAYOR OFERTA A MENOR COSTO.	3. SE ADAPTA A DEMANDA INTERMITENTE CON GRAN VARIEDAD DE PRODUCTOS	3. SE ADAPTA A DEMANDA INTERMITENTE CON GRAN VARIEDAD DE PRODUCTOS.
4. 4.MAYOR FACILIDAD DE CONTROL	4. MAYOR INCENTIVO AL OPERARIO POR LA DIVERSIDAD DE FUNCIONES	4. PERMITE CAMBIOS EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS Y SECUENCIAS DE OPERACIONES.
5. SE SIMPLIFICA LA PLANEACIÓN, CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LA PRODUCCIÓN.	5. MÁS FÁCIL CONTINUIDAD DE PRODUCCIÓN POR AVERÍA DE MAQUINARIA, ESCASEZ DE MATERIAL O AUSENCIA DE OPERARIOS.	5. ES MÁS FLEXIBLE

Fuente: Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 140 p.

Para establecer alguno de estos tipos de distribución en planta, es necesario tener en cuenta un método que normalice su implementación:

❖ Planear la distribución. Ir de lo macro a lo micro, primero determinar las necesidades generales conforme al volumen de producción previsto. Después establecer la relación de cada una de las áreas, considerando el movimiento del material para lograr un patrón básico de flujo. Luego detallar una distribución general de conjunto.

❖ Planear primero la distribución ideal y luego la práctica. La distribución en planta deberá ser planeada como si no existiese nada en la planta y después, intervendrán los factores que limitan la distribución.

❖ Planear e instalar la distribución. Planear el proceso y la maquinaria a partir de las necesidades del material. El diseño del producto, la materia prima y las especificaciones de fabricación que determinan el tipo de proceso a emplear y éste junto con el conocimiento de las cantidades a producir, permitirán seleccionar la clase de maquinaria a emplear.

Esta planeación debe tener presente el proceso y la maquinaria, siguiendo con esta fórmula:

Diseño y especificación del producto + cantidad de producto= clase y cantidad de maquinaria y equipo.

4.2.3 Medición del trabajo. El estudio de tiempos iniciado por Taylor, se utilizó para determinar los tiempos estándar para que una persona competente realice el trabajo a marcha normal.

Este estudio consiste en determinar el tiempo que requiere un operario normal, calificado y entrenado, con herramientas apropiadas, trabajando a marcha normal y bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar un trabajo o tarea.[13]

Los objetivos para realizar este tipo de estudio consisten en:

- Planear las necesidades de equipo, mano de obra, materias primas.
- Medir el rendimiento de las máquinas y los operarios.
- Determinar la carga apropiada para las máquinas y las personas.

[13]Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 1 p. ISBN 978-958-648-624-8.

- Establecer el ciclo de producción para cumplir las fechas de entrega al cliente.
- Determinar las bases para una equitativa remuneración.
- Servir de base para determinar el costo de manufactura.

Es por esto que para hablar acerca de la estandarización de tiempos en las diferentes operaciones del proceso productivo, se debe considerar que este proceso integra varios componentes:

➢ Selección de la tarea. Para seleccionar la operación que se requiere analizar se debe tener presente motivos como :

- Novedad de la tarea.
- Cambio de material o de método.
- Quejas de los trabajadores o de los representantes.
- Demoras causadas en las operaciones lentas, que retrasan las siguientes, y posiblemente las anteriores, por acumularse los trabajos que no siguen en su curso.
- Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos de alguna maquina o grupo de máquinas.
- Costos aparentemente excesivos en algún trabajo.

Se deben pensar en todas las causales que pueden generar los anteriores efectos, por esto es de vital importancia para la selección de la operación a analizar considerar el puesto de trabajo, hay que estudiar con un croquis, los puestos de trabajo, todos los detalles de ubicación de materiales y herramientas, entrada de materiales y salida de productos y movimientos del operario. Las condiciones ambientales, como temperatura, humedad, polución, ruido, operario de pie o sentado, estado y condiciones del piso, son útiles porque repercuten en la aplicación de las tolerancias.

➢ Seleccionar el operario. En el estudio de tiempos se hace distinción o dos tipos de trabajadores el representativo, es aquel cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado, en cambia el trabajador calificado es la persona que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad. Por eso para el estudio de tiempos siempre se debe de escoger al operario calificado.[14]

[14] OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. 4 ed. Limusa Editores, 2000. p. 291.

➢ Dividir la operación en elementos uniformes, identificables y medibles. Se hace para facilitar la medición. Debe poderse identificar el principio y el final de cada elemento. Los elementos deben ser tan cortos como sea posible medirlos y deben separarse los tiempos de máquina y los del operario, además de separarse los constantes de los variables. Estos se dividen en:

- Repetitivos, son aquellos que reaparecen en cada ciclo de trabajo;
- Casuales, aquellos que aparecen en intervalos muy regulares del ciclo de trabajo;
- Constantes, cuyo tiempo básico es siempre igual; elementos variables, cuyo tiempo básico de ejecución cambia bajo ciertas características del producto, equipo o proceso;
- Manuales, los que realiza un empleado u operador,
- Mecánicos, los realizados automáticamente por una maquina o proceso a base de fuerza motriz;
- Dominantes, los que duran más tiempo que cualesquiera de los elementos realizados simultáneamente, y
- Extraños que al ser observados durante el estudio y al ser analizados no resultan ser parte del trabajo.
- Los elementos tienen una serie de reglas que los delimitan, estas son las siguientes:
- Deben ser de fácil identificación, de comienzo y fin claramente definidos.
- Deben ser breves, de tal manera que el analista pueda obtener el tiempo respectivo de ejecución del elemento.
- Los elementos manuales deben separarse de los elementos mecánicos.
- Los elementos variables deben separarse de los elementos constantes.[15]

➢ Calcular el número de observaciones a cronometrar: Existen varias técnicas para determinar el número de veces que se cronometrar un elemento.
Esta decisión puede tomarse mediante el buen criterio del analista o matemáticamente utilizando la ecuación siguiente:

$$N = \left(\frac{K/S \sqrt{((n\sum Xi2) - (\sum X_I)^2)}}{\sum Xi}\right)^2 \quad [16]$$

[15] Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 195 p. ISBN 978-958-648-624-8

[16] ARIAS, Giovanni. Ingeniería de métodos: Guía para clase. [En línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2012 [consultado 1 de Febrero de 2013]. Disponible en Internet: www.uao.edu.co/moodle/.

Donde;

N: Número de medidas representativas de la muestra.
K: Error estándar.
S: Error aceptable.
K/S: Factor de confianza.
n: Número de muestras para producir el nivel de confianza deseado. [17]
Otra fórmula matemática que se puede utilizar es:

$$\sigma p = \sqrt{pq/n}$$ [18]

Dónde:
σp = donde error estándar de la proporción.
p= porcentaje de tiempo inactivo
q=porcentaje de tiempo en marcha.
n= número de observaciones o tamaño de la muestra.

Además de este método también se puede considerar el empleo de tablas (General Electric), fórmulas estadísticas y triángulos de frecuencias, como se muestra a continuación.

Cuadro 2. General Electric

Tiempo de Ciclo en min.	Número Recomendado de Ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 ó más	3

Fuente: Técnicas de medición del trabajo, p 76.

[17]. Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 197 p. ISBN 978-958-648-624-8.

[18] Ibíd., p. 198.

Cuando se trata de calcular el valor del promedio representativo determinando el tamaño de muestra o el número de observaciones para cada elemento dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminado se puede utilizar un método estadístico o uno tradicional. Con el método estadístico hay que hacer cierto número de observaciones preliminares (n´) y aplicar la fórmula siguiente con un nivel de confianza del 95% y margen de error de más o menos 5%.

$$N = \left(\frac{40 * \sqrt{((n\sum X2) - (\sum X)^2)}}{\sum X}\right)^2$$ [19]

Donde,

N: tamaño de la muestra que se desea determinar.
N: número de observaciones del estudio preliminar.
X: Valor de observaciones.

Es posible también considerar el método de la tabla o cociente, con el que se trabaja un nivel de confianza del 95%.
Se debe realizar con una muestra preliminar de teniendo en cuenta los siguientes criterios; si el tiempo de ciclo es menor a dos minutos se deben realizar diez lecturas, pero si el tiempo de ciclo es mayor a dos minutos se debe realizar cinco lecturas.

Se debe calcular el rango de los intervalos de tiempo;

$$R = x_{max} - x_{min}$$

Calcular la media aritmetica , hallar el cociente entre el rango y la media, y buscar el cociente en la tabla de acuerdo a la muestra.

[19] ARIAS, Giovanni. Ingeniería de métodos: Guía para clase. [En línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2012 [consultado 1 de Febrero de 2013]. Disponible en Internet: www.uao.edu.co/moodle/.

Cuadro 3. Metodo del cociente

$\frac{R}{\bar{X}}$	5	10	$\frac{R}{\bar{X}}$	5	10	$\frac{R}{\bar{X}}$	5	10
0.10	3	2	0.42	52	30	0.74	162	93
0.12	4	2	0.44	57	33	0.76	171	98
0.14	6	3	0.46	63	36	0.78	180	103
0.16	8	4	0.48	68	39	0.80	190	108
0.18	10	6	0.50	74	42	0.82	199	113
0.20	12	7	0.52	80	46	0.84	209	119
0.22	14	8	0.54	86	49	0.86	218	126
0.24	17	10	0.56	93	53	0.88	229	131
0.26	20	11	0.58	100	57	0.90	239	138
0.28	23	13	0.60	107	61	0.92	250	143
0.30	27	15	0.62	114	65	0.94	261	149
0.32	30	17	0.64	121	69	0.96	273	156
0.34	34	20	0.66	129	74	0.98	284	162
0.36	38	22	0.68	137	78	1.00	296	169
0.38	43	24	0.70	145	83			
0.40	47	27	0.72	153	88			

Fuente: ARIAS, Giovanni. Ingeniería de métodos: Guía para clase. [En línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2012 [consultado 1 de Febrero de 2013]. Disponible en Internet: www.uao.edu.co/moodle/.

➢ Valoración: La valoración es la acción de comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea que tenga el analista de lo que debería ser el ritmo estándar; el analista compara la actuación del operario con conceptos de actuación normal, y debe determinar cuál es la velocidad con que el operario ejecuta el trabajo en relación con su propia idea de velocidad normal.
Existen diferentes métodos de valoración para el ritmo de trabajo; algunos de estos son: El sistema Westinghouse, la norma británica,
El primer método actúa sobre la calificación de la actuación que toma en cuenta cuatro aspectos: Habilidad, esfuerzo, condiciones y, consistencia.

- Habilidad. Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operario.
- Esfuerzo. Es la voluntad de trabajar, controlable por el operario dentro de los límites impuestos por la habilidad.
- Condiciones. Son aquellas condiciones como luz, ventilación, calor, etc., que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación.
- Consistencia. Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.

Cada uno de estos factores es ponderado de acuerdo a tablas ya establecidas, como las tablas Westinghouse; se adquiere una nivelación final o factor de calificación de la actuación del operario, a partir de la calificación de seis grados de habilidades asignables a operaciones que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente, y óptima. El analista debe asignar una de estas categorías a la habilidad o destreza manifestadas por el operario. La tabla que se muestra a continuación ilustra las características de los diversos grados de habilidad con sus valores numéricos equivalentes. Estos porcentajes se suman al final teniendo en cuenta los grados de esfuerzo, condiciones, consistencia y habilidad, para llegar al factor final de calificación. [20]

Cuadro 4. Sistema Westinghouse

CONDICIONES		
0.06	A	IDEALES
0.04	B	EXCELENTES
0.02	C	BUENAS
0	D	REGULARES
-0.03	E	ACEPTABLES
-0.07	F	DEFICIENTES

CONSISTENCIA		
0.04	A	PERFECTA
0.03	B	EXCELENTE
0.01	C	BUENA
0	D	REGULAR
-0.02	E	ACEPTABLE
-0.04	F	DEFICIENTE

DESTREZA O HABILIDAD		
0.15	A1	EXTREMA
0.13	A2	EXTREMA
0.11	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.06	C1	BUENA
0.03	C2	BUENA
0	D	REGULAR
-0.05	E1	ACEPTABLE
-0.1	E2	ACEPTABLE
-0.16	F1	DEFICIENTE
-0.22	F2	DEFICIENTE

ESFUERZO O EMPEÑO		
0.13	A1	EXCESIVO
0.12	A2	EXCESIVO
0.1	B1	EXCELENTE
0.08	B2	EXCELENTE
0.05	C1	BUENO
0.02	C2	BUENO
0	D	REGULAR
-0.4	E1	ACEPTABLE
-0.8	E2	ACEPTABLE
-0.12	F1	DEFICIENTE
-0.17	F2	DEFICIENTE

Fuente: La Remuneración del trabajo, p 177.

Otro mecanismo de evaluación del ritmo de trabajo, es el sistema de evaluación por escala, de cero a cien, conocido como norma británica, en esta técnica se manifiesta la actividad nula con el número cero y el ritmo normal de trabajo del operario calificado con el 100.

[20] Ibid.,p 18.

Cuadro 5. **Escala de valoración para estudio de tiempos (Norma Británica)**

ESCALA (Norma Británica)	DESCRIPCION
0	Actividad nula
50	Muy lentos, movimientos torpes, inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como obrero bien dirigido y vigilado, parece lento pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan.
100	Activo, capaz como de obrero calificado medio logra con tranquilidad el nivel de precisión fijado.
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos periodos, solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Fuente: oficina Internacional del trabajo, Introducción al estudio del trabajo 1995, pág. 253-254.

❖ Suplementos: Los suplementos consiste en tener en cuenta y presentes, las interrupciones que tienen los operarios al realizar su labor, factores externos como, personales, tiempo para necesidades personales, 5%, por fatiga, (se debe tener en cuenta un tiempo de recuperación para que el organismo recupere el esfuerzo hecho), 5%; retrasos involuntarios, debido a caída de herramientas o materiales, descomposición de equipos, pérdida del filo de las herramientas, entre 0 y 5%.

Existen tablas que dan los suplementos en porcentajes de ciertas operaciones de base. A menudo, se deben sumar diferentes porcentajes para calcular el tiempo de aplicación suplementario.

Cuadro 6. Porcentajes de Suplementos

	Hombre	*Mujer*
E. Calidad del Aire (Se excluyen los factores climáticos)		
Buena ventilación y aire libre	0	0
Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas, no nocivas	5	5
Proximidad de hornos, calderas, entre otros	5	5
F. Tensión visual		
Trabajos con cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	2	2
G. Tensión auditiva		
Sonido continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte	5	5
H. Tensión mental		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo y atención muy dividida	4	4
Muy complejo	8	8
I. Monotonía: mental		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
J. Monotonía: física		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: ARIAS, Giovanni, Ingeniería de métodos: Guía para clase, Medición del trabajo, pág. 79.

➢ Calcular el tiempo normal. Es el tiempo que un operario capacitado, conocedor del trabajo y desarrollándolo a un ritmo «normal», emplearía en la ejecución de la tarea objeto del estudio [21]Consiste en obtener el tiempo normal para las actividades mediante la siguiente fórmula:

$$tiempo\ normal = \frac{tiempo\ observado * calificacion\ representativa}{100}$$ [22]

[21] NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, A. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 10 ed. México: Alfaomega, 2001. p 314.

[22] Ibíd., p. 201.

- Calcular el tiempo estándar. Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando el método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga, es decir que es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.[23] El tiempo estándar de una operación es igual al tiempo normal más el tiempo de recuperación o suplementos.

$$\text{tiempo estándar} = \text{tiempo normal} * (1 + \text{suplementos})$$

El tiempo estándar de la operación se denomina VP y se calcula multiplicando el tiempo normal de la operación por el coeficiente de recuperación.
La utilización de este tiempo como unidad de trabajo permite hacer comparaciones entre operaciones diferentes. Es suficiente determinar el V P de cada operación, pues un punto representa siempre la misma cantidad de trabajo. La sola cosa que cambia es la proporción entre el trabajo y la recuperación. Ej. El TN para subir una escalera sin carga con piso en buen estado = 30 seg. Calcular el VP con un coeficiente de recuperación = 1,45[24].

- Calculo del tiempo de ciclo. Este corresponde a el tiempo en minutos necesarios para efectuar una operación cuando las operaciones maquina puedan ser efectuadas a calificación óptima.[25]

El tiempo de ciclo debe tener en cuenta dos panoramas, uno cuando la maquina se encuentre parada y el segundo cuando la maquina esté funcionando. Referente al primer caso el tiempo de ciclo es igual a:

$$\text{TC} = \text{T. maquina} + \text{T. optimo con suplementos de las operaciones maquina parada.}$$

En el caso de las operaciones se realicen con las maquinas funcionando, en donde el operario efectúa dichas labores durante el tiempo de funcionamiento de

[23] ARIAS, Giovanni. Ingeniería de métodos: Guía para clase. [En línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2012 [consultado 1 de Febrero de 2013]. Disponible en Internet: www.uao.edu.co/moodle/.

[24] Op.cit p. 209.

[25] Op.cit p. 216.

la máquina, las operaciones efectuadas no afectan el ciclo de la operación, y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Tiempo ciclo} = \frac{\text{t. disponible por operador}}{\text{t. produccion diaria}} * \text{eficiencia}$$

Para el cálculo de este tiempo es necesario contar con un tiempo estándar de la operación, que corresponde al tiempo en minutos con suplementos necesarios para realizar la operación, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{VP} = {}^{(\text{Tiempo normal en segundos} * \text{coeficiente de recuperacion})}/_{60}$$

En condiciones normales el coeficiente de recuperación es 1.18. [26]

Los anteriores datos que pueden obtenerse a partir del conocimiento de la cantidad de trabajo efectuado por una persona que trabaja a calificación normal, durante un minuto, incluyendo la recuperación correspondiente.

[26] NIEBEL, Benjamín W. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Ed. Alfaomega, México 2004.512 p 55.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Industria Agromecánica del Cauca Ltda. - Inagromecanica Ltda. es una compañía del sector metalmecánico especializada en la fabricación de equipos para transporte, manejo y almacenamiento de materiales, tales como:

- Reclamadores
- tolvas con sistemas de dosificación
- transportadores de banda
- transportadores totalmente cerrados
- elevadores de cangilones
- transportadores por tornillo sin fin
- transportadores por cadena
- sistemas de dosificación y regulación
- Apiladores longitudinales con tripper o fijos radiales y articulados
- Silos

Esta compañía también está dedicada a la ejecución de proyectos de ingeniería y montaje inherentes a estos equipos. Como tal busca erigirse como empresa líder del sector, con altos estándares de calidad y profesionalismo.

Figura 5. Productos que se Fabrican en Inagromecanica

Fuente: Productos que se fabrican en Inagromecanica [en línea]. [Consultado el 3 de Septiembre de 2013]. Disponible en internet www. Inagromecanica.com/actividad-comercial.

La empresa fue fundada en 1996 por la Sociedad Comercializadora Internacional de Azúcares y Mieles S.A. (CIAMSA), con el propósito de surtir las necesidades técnicas de la construcción de los sistemas transportadores de recibo y despacho de azúcar a granel y en sacos a Buenaventura y de crear una alternativa de calidad para el sector azucarero.
La sede de la compañía se encuentra ubicada en Santander de Quilichao, cuya planta de manufactura está localizada a 4 kilómetros del área urbana, sobre la carretera que conduce al municipio de Timba, en el Departamento del Cauca, al sur occidente colombiano.

La planta cuenta con un área de 15.000 m^2, distribuidos entre el taller, oficinas, parqueaderos, vías de circulación asfaltadas y una amplia zona verde.

- Misión. "En INAGROMECÁNICA brindamos soluciones integrales confiables mediante diseño, fabricación e instalación de equipos para el manejo y almacenamiento de materiales"
- Visión. "Para el año 2015 INAGROMECÁNICA será el primer proveedor nacional de soluciones integrales para manejo de materiales".
- Política de calidad. Inagromecanica, empresa que brinda soluciones integrales confiables para el manejo y almacenamiento de materiales, trabaja constantemente por la mejora de sus procesos para la satisfacción de sus clientes con productos de alta calidad y durabilidad, en búsqueda de rentabilidad, reconocimiento y permanencia en el mercado con personal competente.

El equipo analizado en este estudio corresponde a ***la tolva de 12 m^3x 3m x 2.8m*** encargada del almacenamiento del Clinker mineralizado (caliza cocida, materia prima para la fabricación del cemento) para la planta productora de cemento CEMEX (ver anexo A), este equipo es un dispositivo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados como lo es el Clinker. Presenta forma cónica y paredes inclinadas de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y forma un cono.

El estudio de métodos que se presenta a continuación se realiza a partir del registro y análisis de las operaciones necesarias para la fabricación de este

equipo. La recolección de datos se hizo a partir del seguimiento de las operaciones de producción que fueron demandadas en el cumplimiento de la orden de producción emitida por el proceso de diseño y desarrollo del área de producción.

La recolección de información se basó en la observación de las operaciones que se desarrollan en cada puesto de trabajo de la planta y la información recopilada se trasladó a diagramas sinópticos, analíticos y de recorrido así como cartas del proceso productivo.

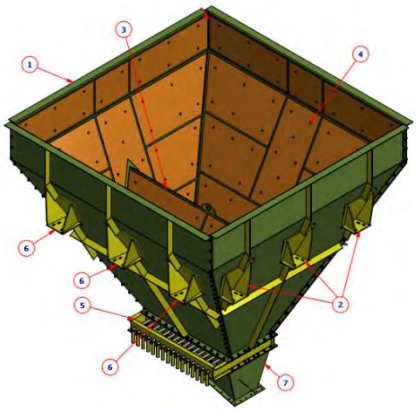
5.2 REGISTRO DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL (DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL)

5.2.1 Método Actual. La fabricación de la tolva fue un proceso que requirió de la elaboración de mecanismos o sub ensambles que en conjunto crean este dispositivo. Se utilizó diferente maquinaria para la ejecución de las operaciones pertinentes y necesarias en la elaboración de este dispositivo.

El equipo está formado por cuatro caras fabricadas en lamina de 6 mm que forman el cuerpo general de la tolva, en su interior y en contacto con el material que almacena este dispositivo, utiliza una lámina anti desgaste FORA protectora de la corrosión o fricción del material a almacenar (Clinker) con la lámina de acero A-36 (que forma las caras de la tolva en cada). El equipo cuenta también con un deflector fabricado en láminas de este mismo calibre que se utiliza como mecanismo separador del material a almacenar con el objetivo de este no se acumule en el equipo, su función básicamente consiste en separar el material que allí se sitúe. Como refuerzos estructurales en el dispositivo se encuentran los atizadores o nervios que recorren el cuerpo de la tolva, fabricados en platinas de 3” X ¼.

A continuación se muestran los componentes anteriormente descritos en la tova almacenadora de Clinker.

Figura 6. Tolva Clinker mineralizado



- 1. Cuerpo de la tolva, Lamina de 6mm.
- 2. Atizadores de la tolva.
- 3. Deflector central.
- 4. Laminas antidesgaste.
- 5. Válvula de agujas
- 6. Ménsula.
- 7. Tolva parte inferior.

El proceso de fabricación de la tolva inicia con la producción de los atiezadores para posteriormente fabricar las caras, y construir el deflector, para que por último se realice el ensamble del dispositivo.

5.2.2 Carta de proceso del método Actual. Las cartas de procesos son un documento donde se escribe toda la información detallada de cada una de las actividades que realizan los operarios en el proceso productivo.

La carta de proceso debe de tener:

➢ Materiales empleados en el proceso

- Lamina de 6 mm.
- Platinas de 3”X ¼.
- Lamina FORA antidesgaste.
- Tuerca Hex ⌀1/2”
- Arandela de presión ф ½”.
- Tllo cab hex ф ½”.
- Arandela plana ф1/2”.

- Descripción del proceso:

- Suministro de planos. Se suministran los planos de fabricación al oficial y se dan las especificaciones generales de las piezas que se van a trazar (dimensiones, tolerancias, tipo de material, operaciones que preceden de la pieza, distribución de las piezas del material) y en general toda información que pueda afectar la calidad de la pieza.

- Trazo. El operario verifica las medidas exteriores del material solicitado para la fabricación del equipo, limpia las superficies del material antes de trazarlo, para posteriormente trazar sobre el material las piezas de acuerdo con la distribución del plano respetando las tolerancias de las operaciones procedentes. El operario debe verificar y medir al menos dos veces los trazos realizados contra los planos antes de entregar a la siguiente operación. Se entrega el material al oficial encargado de la siguiente operación.

- Corte. El supervisor determina el tipo de corte que se debe realizar para la fabricación del equipo que depende de algunas variables que se deben tener en cuenta como son: tipo de equipo, características o formas geométricas de la pieza a cortar, dimensiones, espesores y requerimientos del cliente. Los equipos con que cuenta la empresa para realizar la operación de corte son, Corte con Cizalla CNC, Oxicorte, Antorcha, Pantógrafo, Pantógrafo Recto Manual o Tortuga, Cizalla Punzonadora GEKA, Sierra eléctrica, Tronzadora (máquina de corte con disco), Corte Manual (Cizalla manual, tijeras o seguetas) y Plasma, ver especificaciones de las maquinas en anexo 2. El operario recibe de trazo el material a cortar, prepara el equipo de corte de acuerdo a las especificaciones de la máquina, cuadra el material en el equipo de corte que va a utilizar según los requerimientos de la máquina y procede a corta la pieza según procedimiento de corte del equipo utilizado, por ultimo verifica las dimensiones de las piezas según lo estipulado en el plano. El operario entrega las piezas cortadas al Oficial, operario encargado de la siguiente operación.

- Perforado. El oficial Reciba del Oficial de la operación de corte el material o la pieza a perforar. Procede a perforar la pieza sobre los trazos realizados sobre ésta, en el equipo de perforación estipulado por el Supervisor de Planta. Inagromecánica actualmente cuenta con los siguientes equipos o herramientas para llevar a cabo esta operación: Punzonadora GEKA, Taladro Árbol y Taladro Manual (o de base magnética). Por último el operario verifica al terminar el trabajo que las perforaciones hechas concuerden con las especificaciones de los planos.

- Plegado. El oficial inicia por la revisión de los planos suministrados por diseño y desarrollo, en donde se especifica la longitud y el sentido de plegado que requiere la pieza. El operario recibe el material a plegar, prepara la plegadora,

programando el sistema de control numérico, acomoda el material en la máquina para proceder a plegar la pieza, para después verificar las dimensiones estipuladas por el plano, ayudados de un calibrador de grados.

- Armado. El supervisor de planta revisa los planos de ensamble suministrados por Diseño y Desarrollo y determina el orden o secuencia del ensamble general, determina el sistema de unión o fijación (soldaduras, remaches, tornillos) para el ensamble de las diferentes partes o piezas. Determinando los parámetros críticos que se deben verificar durante el ensamble para asegurar la funcionalidad del equipo. Posteriormente el oficial de ensamble debe tener los planos finales de armado de equipos. De existir medidas tales como diámetros, alturas, longitudes, etc., que sean de relevante importancia, dichas cotas o medidas deberán estar identificadas en los planos, con notas aclaratorias donde se requieran. El oficial alista y traslada hasta el sitio de ensamble los equipos, herramientas, piezas y materiales requeridos para el ensamble. Inicia el proceso de ensamble con la secuencia y sistema de unión o fijación establecida por el Supervisor de Planta, verifica permanentemente cada una de las sub partes ensambladas de acuerdo a la relación existente entre las piezas los parámetros principales establecidos como la nivelación, paralelismo, verticalidad, horizontalidad, grados de inclinación, entre otros. Por ultimo prepara el equipo para la soldadura si lo requiere.

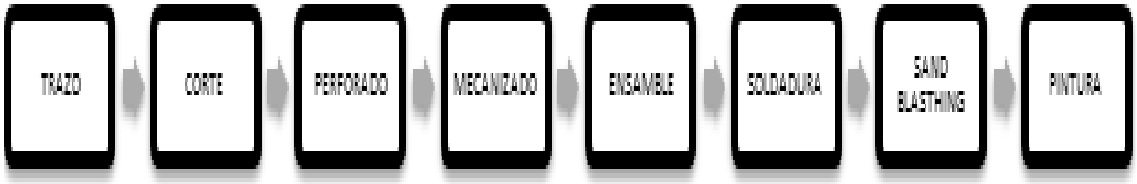
- Soldadura. Se le suministran al soldador los planos de fabricación y de las especificaciones generales de la soldadura a aplicar. El operario de soldadura aplica la soldadura y será responsabilidad del supervisor asegurar que se apliquen los procedimientos probados y aprobados por Inagromecánica Ltda. y el cliente. El soldador revisa y verifica las condiciones del material a soldar, este debe estar limpio y libre de impurezas y rebabas, de no ser así el soldador procede a adecuar el material para la soldadura, verifica en planos el tipo de soldadura (si es total o tramos) y solicita y alista los materiales y elementos de protección requeridos para el tipo de soldadura; prepara y regula el equipo de soldadura (salida de gas, alambre, voltaje) para posteriormente aplicar la soldadura siguiendo los parámetros para cada tipo.

Al finalizar el proceso el operario limpia bien la soldadura y verifica que no hayan quedado defectos o poros, cada operario de soldadura marca con su estampe la soldadura realizada y verifica visualmente su estado en busca de discontinuidades, fisuras, poros u otros defectos que puedan afectar la calidad y funcionamiento del equipo final.

Los ingenieros de control de calidad realizan las pruebas e inspecciones requeridas o determinadas por diseño y desarrollo o el cliente y toma las medidas correctivas necesarias si encuentra defectos en la soldadura.

Para realizar las operaciones anteriormente descritas los operarios utilizan maquinaria especial y calificada que proporciona la empresa con el objetivo de lograr efectividad en los procesos. (Ver anexo D).

5.2.3 Diagrama de Bloques



Cuadro 7. Principales actividades del proceso productivo

Actividades del proceso productivo	Figura
Trazo	
Corte	
Perforado	
Plegado	
Mecanizado	
Armado-Ensamble	
Soldadura	

	
Sand blasting	
Pintura	

.

5.2.4 Curso grama Sinóptico. Se analizó la orden de producción 30943, correspondiente a la fabricación de la tolva Clinker Mineralizada. Para representar el método actual de fabricación se elaboró el curso grama sinóptico del proceso. En la Figura 8 a la 11 se presentan los cursogramas.

Figura 7. Curso grama Sinóptico fabricación de la tolva Clinker, elaboración de la las caras de la tolva

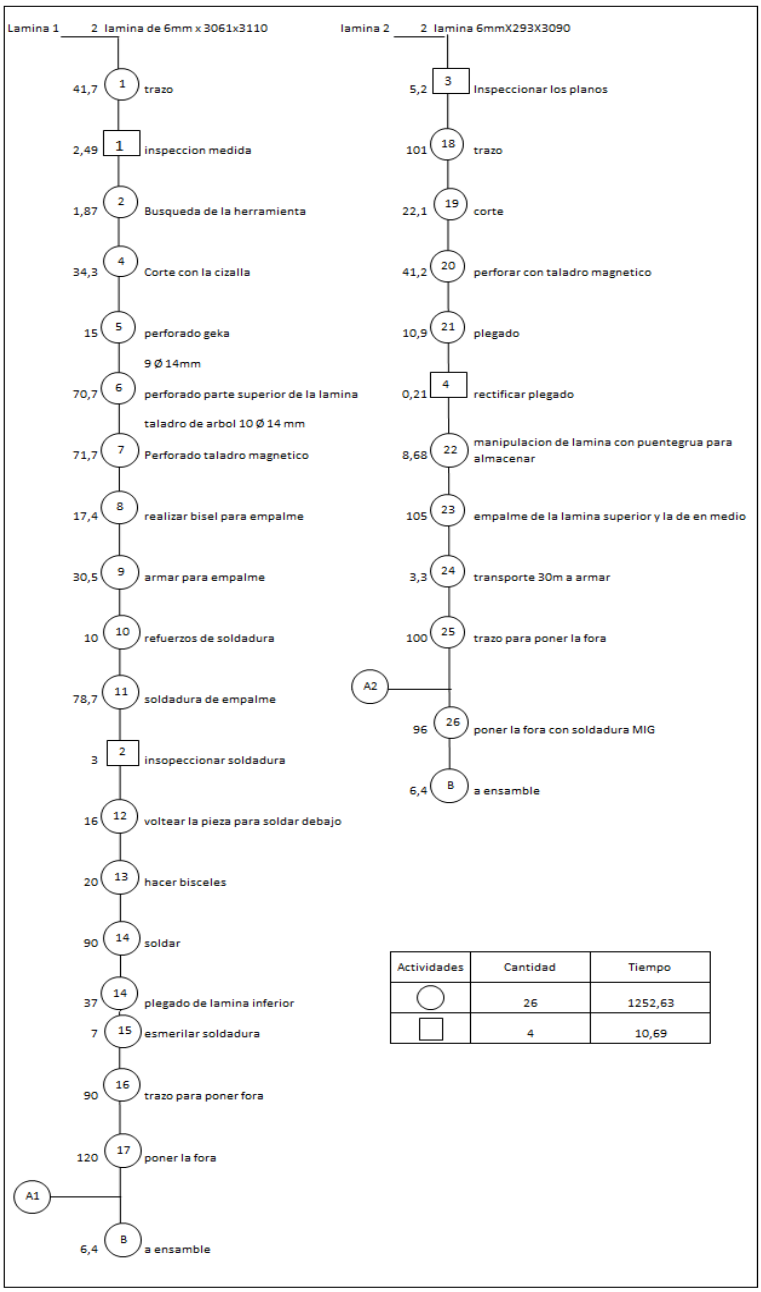


Figura 8. Curso grama Sinóptico fabricación de la tolva Clinker, armada de la tolva

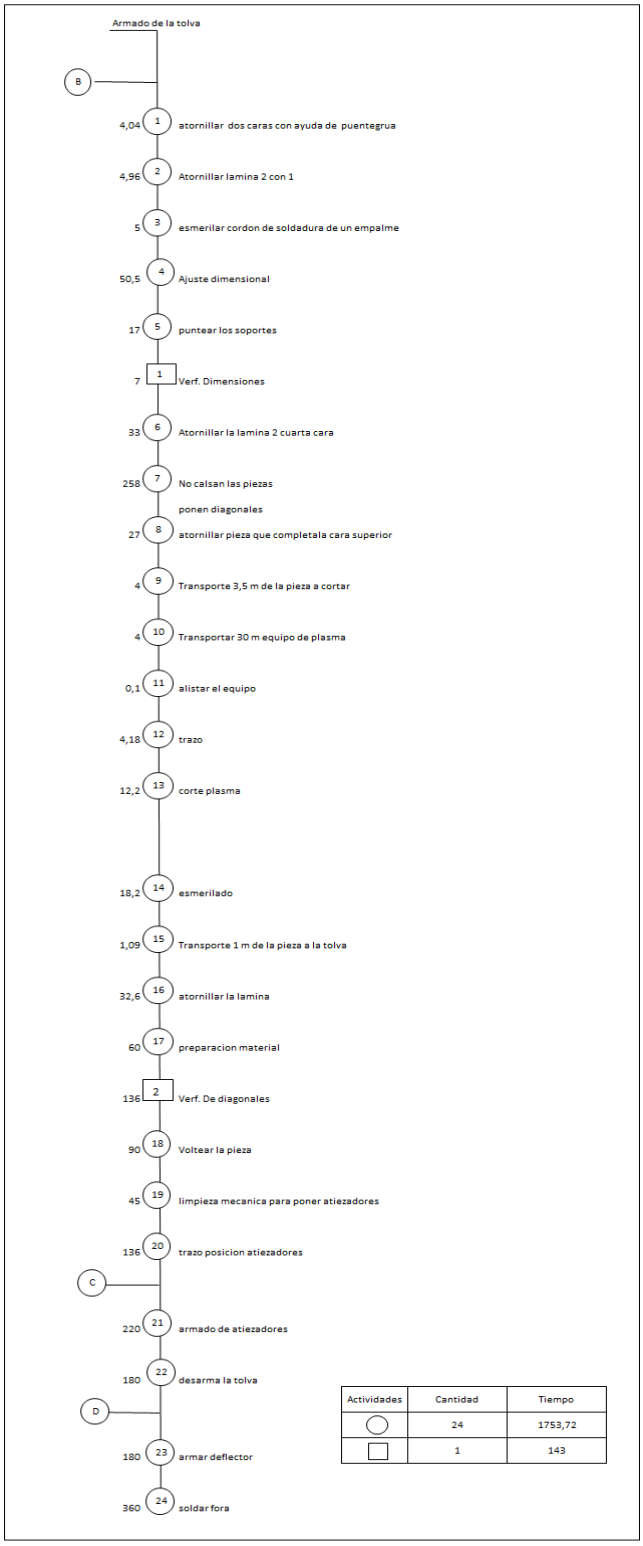


Figura 8. (Continuación)

Actividades	Cantidad	Tiempo (min)
○	24	1753,72
□	1	143

5.2.5 Cursograma Analítico. El proceso de fabricación de la tolva inicia con la producción de los atizadores para posteriormente fabricar las caras de la tolva, y construir el deflector, para que por último se realice el armado del dispositivo.

Figura 9. Cursograma analítico, producción de las caras de la Tolva Método Actual.

operracion: FABRICACION TOLVA CLINKER MINERALIZADO-CARAS

Pagina 1 de 3

Metodo: Actual [X] Mejorado

Empieza: Transporte de materia prima

Termina: Transporte a ensamble

Elaboró: Luisa Fernanda Tabares

Fecha: 08/04/2013

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiemp	No	
○	26	1277				
⇨	10	70,1				
□	5	14,10				
D	5	32,0				
▽	1	1140				
Distancia Recorrida	Metros 218,68		Metros			Metros

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [x]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO por unidad	PREGUNTARSE: QUE / POR QUE / COMO / CUANDO / QUIEN / DONDE: COMBINAR	ELIMINAR	MEJORA	SECUENCIA	PERDONA	LUGAR	OBSERVACIONES
Lamina 6 mm x 6061x 3110															
transporte de materia prima	○	⇨	□	D	▽		43,2	14,3							con puentegrua
trazo de lamina	●	⇨	□	D	▽			46,1							lamina de 6 mts
inspeccion medida	○	⇨	■	D	▽			2,81							
buscar herramienta	○	⇨	■	D	▽			2,16							
esperar puentegrua	○	⇨	□	●	▽			4,5							
alistamiento de cizalla	●	⇨	□	D	▽			0,7							cizalla
corte la lamina	●	⇨	□	D	▽			43,3							cizalla
espera por entrega de herramienta	○	⇨	□	●	▽			6,77							punzon de la geka
perforacion lamina geka	●	⇨	□	D	▽			16,9							geka, 9 Ø14mm
perforacion lamina taladro magnetico	●	⇨	□	D	▽			79,8							taladro magnetico,10 Ø 14 m
transporte a plegadora	○	⇨	□	D	▽		5	7,59							geka-plegadora, con p
alistamiento de la plegadora	●	⇨	□	D	▽			5,57							plegadora
plegado lamina inferior	●	⇨	□	D	▽			41							
transportar a armar	○	⇨	□	D	▽		30	3,76							
corte biscel para empalme	●	⇨	□	D	▽			19,8							
armar para emplame	●	⇨	□	D	▽			36,2							
soldar el empalme	●	⇨	□	D	▽			92,9							

Figura 9. (Continuación) Cursograma analítico .producción de las caras de la Tolva Método Actual.

operracion: FABRICACION TOLVA CLINKER MINERALIZADO-CARAS

Pagina 2 de 3

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiemp	No	
⬭	26	1125				
⇨	10	62,6				
▭	5	12,77				
D	5	29,1				
▽	1	1140				
Distancia Recorrida	Metros		Metros		Metros	

Metodo: Actual [ ] Mejorado [ ]
Empieza: Transporte de materia prima
Termina: Transporte a ensamble
Elaboró: Luisa Fernanda Tabares
Fecha: 30/04/2013

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [x]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	PREGUNTARSE: QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	OBSERVACIONES
inspeccionar la soldadura	○	⇨	■	D	▽			3,21							
manipular la pieza para soldar por el lado co	●	⇨	□	D	▽			17,8							
cortar (biscelar en el otro lado)	●	⇨	□	D	▽			23							
soldar empalme	●	⇨	□	D	▽			107							
esmerilar soldadura	●	⇨	□	D	▽			7,89							
trazar para poner lamina fora	●	⇨	□	D	▽			103							
armar (poner lamina fora)	●	⇨	□	D	▽			138							
transporte a ensamble	○	➡	□	D	▽		24,0	6,97							
Lamina 6 mm x 293 x 3090															
inspeccionar los planos	○	⇨	■	D	▽			5,7							
pregunta a diseño	○	⇨	□	●	▽			3,0							
espera por el puentegrua	○	⇨	□	●	▽			8,1							
trasnporte materia prima	○	➡	□	D	▽		47,2	20,4							con puentegrua y mon
trasnsporte por herramienta	○	➡	□	D	▽		3,5	1,8							
trazo	●	⇨	□	D	▽			113							
maniplacion de la lamina	●	⇨	□	D	▽		2,5	3,4							con puentegrua
corte de lamina	●	⇨	□	D	▽			25,8							cizalla
espera de puentegrua	○	⇨	□	●	▽			9,7							
a perforar	○	➡	□	D	▽		3,2	3,3							a la cizalla
perforar	●	⇨	□	D	▽			4,6							taladro magnetico
transporte a la plegadora	○	➡	□	D	▽		6,0	1,3							
plegado	●	⇨	□	D	▽			12,0							

Figura 9. (Continuación) Cursograma analítico .producción de las caras de la Tolva Método Actual

operracion: FABRICACION TOLVA CLINKER MINERALIZADO-CARAS

Pagina 3 **de** 3

Actual [x] Mejorado

Empieza:	Transporte de materia prima
Termina:	Transporte a ensamble
Elaboró:	Luisa Fernanda Tabares
Fecha:	30/04/2013

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiemp	No	
⬭	26	1124,69				
⇨	10	62,56				
▭	5	12,77				
D	5	29,06				
▽	1	1140				
Distancia Recorrida	Metros		Metros		Metros	

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [x]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	PREGUNTARSE: QUE COMBINAR	POR QUE ELIMINAR	COMO MEJORA	CUANDO SECUENCIA	QUIEN PERDONA	DONDE LUGAR	OBSERVACIONES
verificarr plegado	○	⇨	■	D	▽			0,2							
manipular lamina para almacenar	●	⇨	□	D	▽			9,5							puentegrua
almacenar	○	⇨	□	D	▽			1265							
empalme de la lamina	●	⇨	□	D	▽			119							soldadura
transporte a armar	○	⇨	□	D	▽		30,0	3,7							puentegrua
trazar para poner lamina fora	●	⇨	□	D	▽			103							
puntear la fora	●	⇨	□	D	▽			108							soldadura
a ensamble	○	⇨	□	D	▽		24,0	7,1							
	○	⇨	□	D	▽										

Figura 10. Cursograma analítico, producción de Armado cuerpo de la Tolva Método Actual

Pagina 1 de 2

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiemp	No	
⬭	17	1644				
⇨	8	117,36				
▭	4	269,199				
D	6	257				
▽						
Distancia Recorrida	Metros 92,5		Metros		Metros	

Metodo: Actual [x] Mejorado
Empieza: Alistar el espacio de trabajo
Termina: Soldar lamina Fora
Elaboró: Luisa Fernanda Tabares
Fecha: 13/04/2013

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [x]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO por unidad	PREGUNTARSE: QUE COMBINAR	POR QUE ELIMINAR	COMO MEJORA	CUANDO SECUENCIA	QUIEN PERDONA	DONDE LUGAR	OBSERVACIONES
Alistar el espacio de trabajo	●	⇨	□	D	▽			11,4							
espera por puentegrua	○	⇨	□	D	▽			27,9							
transporte caras 1 y 2	○	⇨	□	D	▽		24	7,4							puentegrua
atornillar (2) caras	●	⇨	□	D	▽			4,7							tornillos
tranporte 3 cara	○	⇨	□	D	▽		24	8,2							
atornillar 3 cara	●	⇨	□	D	▽			5,8							
esmerilar cordon de soldadura	●	⇨	□	D	▽			5,9							
espera por puentegrua	○	⇨	□	D	▽			17,3							
transportar 4 cara	○	⇨	□	D	▽		3	6,8							
ajuste dimensional	○	⇨	□	D	▽			57,2							
puntear soportes diagonales	●	⇨	□	D	▽			18,6							
verificar la dimension	○	⇨	□	D	▽			8,0							
atornillar la 4 cara	●	⇨	□	D	▽			36,6							
colocar soportes	●	⇨	□	D	▽			296							
transportar lamina	○	⇨	□	D	▽		7	6,28							
atornillar la pieza que completa la tolva	●	⇨	□	D	▽			30,4							
verificar las dimensiones	○	⇨	□	D	▽			3,46							queda larga la pieza
transportar pieza a cortar	○	⇨	□	D	▽		4	4,44							
transportar equipo de plasma	○	⇨	□	D	▽		30	4,42							
alistar equipo plasma	○	⇨	□	D	▽			0,13							
trazo	●	⇨	□	D	▽			4,51							
cortar	●	⇨	□	D	▽			14,1							plasma
esmerilado	●	⇨	□	D	▽			19,5							
transportar	○	⇨	□	D	▽		1	1,15							
atornillar lamina	●	⇨	□	D	▽			36,9							
Alistar espacio de trabajo	○	⇨	□	D	▽			68,3							
verificar la dimension de las diagonales	○	⇨	■	D	▽			201							

Figura 10. (Continuación) Cursograma analítico, producción de Armado cuerpo de la Tolva Método Actual

Pagina 2 de 2

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiemp	No	
⬭	17	339				
⇨	8	260,423				
▭	4	0				
D	6	79				
▽						
Distancia Recorrida	Metros		Metros		Metros	

Metodo: Actual [X] Mejorado
Empieza: Alistar el espacio de trabajo
Termina: Soldar lamina Fora
Elaboró: Luisa Fernanda Tabares
Fecha: 13/04/2013

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [X]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	PREGUNTARSE: QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	COMBINAR	ELIMINAR	MEJORA	SECUENCIA	PERDONA	LUGAR	OBSERVACIONES
esperar el puentegrua	○	⇨	□	●	▽			24,2													
voltear la pieza	○	●	□	D	▽			78,7													
limpieza mecanica para poner atiezadores	●	⇨	□	D	▽			13,2	53												son cuatro caras
trazo posicion de atiezadores	●	⇨	□	D	▽			37,1													son cuatro caras
armado de atiezadores	●	⇨	□	D	▽			247													son cuatro caras
esperar el puentegrua	○	⇨	□	●	▽			136													
desarmar la tolva	●	⇨	□	D	▽			156													
soldar la lamina FORA	●	⇨	□	D	▽			707													FORA
	○	⇨	□	D	▽																

5.3 ESTUDIO DE TIEMPOS DEL METODO ACTUAL

Con el objetivo de facilitar esta etapa y teniendo en cuenta que para la fabricación de este equipo se requiere un alistamiento importante de material, se hizo necesario dividir los tiempos por componentes que en conjunto completan el dispositivo. Para el siguiente capítulo se realizó un estudio de tiempos para cinco piezas claves que construyen la tolva y son: El cuerpo, los atizadores, las caras de la tolva, el deflector y la lámina antidesgaste Fora. En este capítulo se muestran el estudio de tiempos del método actual y mejorado para dos piezas claves en la fabricación de la tolva, las caras y el cuerpo. Los demás ensambles se encuentran en la lista de anexos.

5.3.1 Caras de la Tolva A partir del método de tabla o cociente con el que se trabaja un nivel de confianza del 95%, fue necesario realizar un muestreo preliminar para determinar el número de lecturas necesarias y posteriormente hallar el rango de los intervalos de tiempo, calcular la media aritmética hallar el cociente de rango y buscar el cociente en la tabla de acuerdo a la muestra. Después de llevar al cabo este proceso se concluyó que fueron necesarias utilizar seis observaciones para cada uno de los elementos y se obtuvo que, se utilizaron 2 días para fabricar las cuatro caras de la tolva, las cuales estuvieron almacenadas dos días más antes de que fueran empalmadas.

Cuadro 8. Numero de ciclos optimos para tomar estudio de tiempos de las caras de la Tolva

ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	R	R/X	OB
transporte de materia prima	12,71	12,68	12,72	12	12,64						12,55	0,72	0,1	3
trazo de lamina	41,66	43,00	42,00	45,00	41,90						42,71	3,34	0,1	3
inspeccion de medida	2,49	2,44	2,54	2,41	2,44						2,464	0,13	0,1	3
buscar herramienta	1,87	1,86	1,77	1,93	1,87						1,86	0,16	0,09	3
esperar de puentegrua	4	3,96	4,50	4,04	3,94						4,088	0,56	0,14	6
alistamiento de cizalla	0,66	0,64	0,66	0,69	0,65	0,63	0,69	0,62	0,69	0,65	0,658	0,07	0,11	3
cortar lamina	34,34	35,00	36,00	32,00	33,00						34,07	4	0,12	4
espera entrega de herramienta	6,23	6,19	6,18	6,50	6,31						6,282	0,32	0,1	3
perforacion lamina geka(x 1	15,03	14,00	15,02	14,97	14,00						14,6	1,03	0,1	3
perforacion lamina taladro	70,69	71,00	75,00	72,00	73,00						72,34	4,31	0,1	3
transporte a plegadora	6,8	6,78	6,76	7,00	7,20						6,908	0,44	0,1	3
alistamiento de la plegadora	5	4,98	5,08	5,30	4,97						5,066	0,33	0,1	3
plegado de lamina inferior	37	36,80	34,30	35,50	39,00						36,52	4,7	0,13	4
transportar a armar	3,45	3,70	3,50	3,43	3,80						3,576	0,37	0,1	3
corte biscel para empalme	17,44	16,50	18,50	17,42	18,00						17,57	2	0,1	3
armar para empalme	30,5	35,00	30,90	32,00	33,00						32,28	4,5	0,14	6
soldar empalme	78,66	75,00	73,00	72,90	79,50						75,81	6,6	0,1	3
inspeccionar soldadura	3	2,99	2,98	3,05	3,40						3,084	0,42	0,14	6
manipular la pieza para soldar	16	15,84	15,00	16,50	16,90						16,05	1,9	0,12	4
cortar (biscelar en el otro lado)	20	21,00	20,50	22,00	20,90						20,88	2	0,1	3
soldar empalme	90	95,00	92,00	94,00	98,00						93,8	8	0,1	3
esmerilar soldadura	7	7,20	7,50	7,01	7,90						7,322	0,9	0,12	4
trazar para poner lamina fora	90	95,00	92,00	93,00	99,00						93,8	9	0,10	3
armar (poner lamina fora)	120	119,95	122,00	130,00	121,00						122,6	10,05	0,1	3
transportar a ensamble	6,4	6,50	6,39	6,25	6,00						6,308	0,5	0,08	3

ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	R	R/X	OB
inspeccionar planos	5,2	5,69	5,30	4,99	4,95						5,226	0,74	0,14	6
preguntar a ingenieria	2,7	2,57	3,04	2,43	2,61						2,67	0,61	0,23	
espera por puentegrua	7,2	7,6	6,99	7,8	7,4						7,39	0,81	0,11	4
transporte de materia prima	17,9	17,2	18,4	18,1	18,8						18,09	1,55	0,1	3
transporte por herramientas	1,6	1,55	1,58	1,62	1,53						1,576	0,09	0,1	3
trazo de lamina	100,8	104	99,72	98	95						99,5	9	0,1	3
manipulacion de lamina	3,1	3,15	3,5	3,08	3,21						3,208	0,42	0,1	3
corte de lamina	22,1	22,12	22,03	21,99	20						21,65	2,12	0,10	3
espera por puentegrua	8,9	9,5	9,2	8,3	9						8,98	1,2	0,13	4
a perforar	3	3,05	3,1	3,02	3,3						3,094	0,3	0,10	3
perforar	4,1	3,94	4,14	4,4	4,21						4,158	0,46	0,11	3
trasnporte a la plegadora	1,2	1,28	1,17	1,23	1,16	1,3	1,21	1,27	1,3	1,36	1,248	0,2	0,16	3
plegado	10,9	10	10,76	10,92	10,76						10,67	0,92	0,1	3
verificar plegado	0,2	0,21	0,34	0,17	0,15	0,21	0,18	0,19	0,2	0,19	0,204	0,19	0,93	3
manipular lamina para almacena	8,7	8,6	9,06	9,2	8,9						8,892	0,6	0,1	3
almacenar	1140	1140	1140	1140	1140						1140	0	0,00	
empalme de lamina	105	106,0	97	107	99						102,8	10	0,10	3
transporte a armar	3,3	3,54	3,22	3,33	3,12						3,302	0,42	0,13	4
trazar para poner lamina fora	100	110	99,82	115	105						106	15,18	0,14	6
puntear la fora	96	95,87	97	87	94						93,97	10	0,11	4
a ensamble	6,4	6,9	6,47	6,36	6,5						6,526	0,54	0,1	3

El tiempo Normal que hace referencia a el tiempo en que un operario capacitado hace el trabajo y lo desarrolla a un ritmo normal emplea en la ejecucion de la tarea se calcula al multiplicar el tiempo observado por la valoracion que ha tenido el trabajor por parte del analista del proyecto.

Cuadro 9. Tiempo Normal para las caras de la Tolva

ELEMENTO		1	2	3	4	5	6	TN
Trasportar materia prima	v	0,8	0,9	1,14	1,14	1	0,88	**12,4**
	To	12,71	12,69	12,66	12,7	12,68	12,72	
	TN	10,16	11,42	14,43	14,48	12,68	11,19	
Trazo de lamina	v	0,98	1,1	0,97	0,95	1	0,99	**41,6**
	To	41,66	41,61	41,67	41,68	41,62	41,63	
	TN	40,83	45,78	40,42	39,60	41,62	41,21	
inspeccion de medida	v	0,99	1	0,99	0,98	0,97	1,12	**2,5**
	To	2,49	2,45	2,49	2,48	2,50	2,43	
	TN	2,47	2,45	2,47	2,43	2,43	2,72	
Buscar herramienta	v	1	0,97	0,99	0,98	1	1,1	**1,9**
	To	1,87	1,90	1,88	1,89	1,87	1,84	
	TN	1,87	1,843	1,861	1,852	1,87	2,024	
esperar de puentegrua	v	0,99	0,95	1	0,94	0,93	1,2	**4,0**
	To	4	4,01	3,99	4,02	4,04	3,97	
	TN	3,96	3,81	3,99	3,779	3,757	4,764	
Alistamiento de la cizalla	v	0,97	0,95	1	0,99	0,98	0,96	**0,6**
	To	0,66	0,69	0,62	0,63	0,65	0,67	
	TN	0,64	0,656	0,62	0,624	0,637	0,643	

Cuadro 9 (Contnuacion) Tiempo Normal para las caras de la Tolva

Cortar lamina	v	0,99	1,2	1,1	1	1,1	1,2	**37,7**
	To	34,34	34,27	34,28	34,31	34,28	34,27	
	TN	34	41,12	37,71	34,31	37,71	41,12	
Espera de entrega de herramie	v	0,98	1	0,99	0,97	0,95	0,99	**6,1**
	To	6,23	6,20	6,22	6,24	6,25	6,22	
	TN	6,105	6,2	6,158	6,053	5,938	6,158	
perforacion lamina en geka	v	0,98	1,1	0,96	0,99	1	0,97	**14,9**
	To	15,03	14,50	15,20	15,00	14,90	15,10	
	TN	14,73	15,95	14,59	14,85	14,9	14,65	
Perforacion lamina taladro magnet	v	0,99	0,96	0,97	0,99	1	0,98	**69,4**
	To	70,69	70,72	70,71	70,60	70,59	70,61	
	TN	69,98	67,89	68,59	69,89	70,59	69,2	
transportar a plegadora	v	0,99	1	0,98	1	0,97	1,1	**6,8**
	To	6,8	6,79	6,82	6,79	6,83	6,78	
	TN	6,732	6,79	6,684	6,79	6,625	7,458	
Alistamiento de la plegadora	v	0,99	0,97	1,1	0,98	0,99	1	**5,0**
	To	5	5,03	4,98	5,01	5,00	4,99	
	TN	4,95	4,879	5,478	4,91	4,95	4,99	
Plegado de lamina inferior	v	0,93	0,95	1,1	0,9	1	0,9	**35,6**
	To	37	37,05	36,97	36,99	36,98	37,01	
	TN	34,41	35,2	40,67	33,29	36,98	33,31	
Transportar a armar	v	0,99	1	0,97	0,98	0,99	0,96	**3,4**
	To	3,45	3,44	3,49	3,46	3,45	3,48	
	TN	3,416	3,44	3,385	3,391	3,416	3,341	
cortar (biscel para empalme)	v	0,99	1	0,98	1	0,98	0,97	**17,2**
	To	17,44	17,42	17,45	17,42	17,45	17,47	
	TN	17,27	17,42	17,1	17,42	17,1	16,95	
armar para empalme	v	0,99	1	0,98	0,99	0,98	1,1	**30,7**
	To	30,5	30,49	30,51	30,50	30,51	30,48	
	TN	30,2	30,49	29,9	30,2	29,9	33,53	
soldar empalme	v	0,95	0,99	1,1	0,98	1	0,99	**78,8**
	To	78,66	78,64	78,60	78,65	78,61	78,64	
	TN	74,73	77,85	86,46	77,08	78,61	77,85	
inpeccionar soldadura	v	0,95	0,99	0,95	1	0,9	0,9	**2,8**
	To	3	2,99	3,00	2,98	3,02	3,02	
	TN	2,85	2,96	2,85	2,98	2,718	2,718	
manipular la pieza para soldar el lado contrario	v	0,99	1,1	0,97	1	0,95	0,99	**16,0**
	To	16	15,97	16,01	15,98	16,06	15,99	
	TN	15,84	17,57	15,53	15,98	15,26	15,83	
cortar (biscelar el otro lado)	v	0,98	0,97	1,1	0,97	0,99	1	**20,0**
	To	20	20,01	19,98	20,03	19,96	19,99	
	TN	19,6	19,41	21,98	19,43	19,76	19,99	
soldar empalme	v	0,99	1,1	1	0,98	0,98	0,99	**90,6**
	To	90	89,99	89,98	90,02	90,05	90,01	
	TN	89,1	98,99	89,98	88,22	88,25	89,11	
esmerilar soldadura	v	0,98	1	0,97	0,97	0,98	0,99	**6,9**
	To	7	6,97	7,01	7,02	6,99	6,98	
	TN	6,86	6,97	6,8	6,809	6,85	6,91	
Trazar para poner lamina fora	v	0,99	1	1	0,98	1,1	0,98	**90,7**
	To	90	89,99	89,98	90,01	89,96	90,03	
	TN	89,1	89,99	89,98	88,21	98,96	88,23	
Armar para poner lamina fora	v	1	0,95	0,99	0,99	0,98	0,97	**121,8**
	To	120	130	122	123	126	125	
	TN	120	123,5	120,8	121,8	123,5	121,3	
Transporte a ensamble	v	0,97	0,97	0,99	0,99	0,98	1	**6,3**
	To	6,4	6,41	6,38	6,39	6,40	6,37	
	TN	6,208	6,218	6,316	6,326	6,272	6,37	

Cuadro 9 (Continuacion) Tiempo Normal para las caras de la Tolva

ELEMENTO		1	2	3	4	5	6	TN
Inspeccionar planos	v	0,8	0,9	1,14	1,14	1	0,88	**5,1**
	To	5,2	5,18	5,19	5,20	5,24	5,19	
	TN	4,16	4,66	5,92	5,93	5,24	4,57	
Preguntar a ingenieria	v	0,98	1,1	0,97	0,95	1	0,99	**2,7**
	To	2,7	2,67	2,69	2,67	2,70	2,73	
	TN	2,65	2,94	2,61	2,54	2,70	2,70	
Espera por puentegrua	v	0,99	1	0,99	0,98	0,97	1,12	**7,3**
	To	7,2	7,2	7,17	7,20	7,22	7,23	
	TN	7,13	7,19	7,10	7,06	7,00	8,10	
Transporte de materia prima	v	1	0,97	0,99	0,98	1	1,1	**18,4**
	To	17,9	18,5	18,3	18,9	18,1	17,79	
	TN	17,9	17,96	18,12	18,52	18,13	19,57	
Tranporte por herramienta	v	0,95	0,99	0,98	1	0,98	0,97	**1,6**
	To	1,6	1,58	1,59	1,55	1,61	1,6	
	TN	1,52	1,564	1,558	1,55	1,578	1,552	
Trazo de lamina	v	0,99	0,95	1	0,94	0,93	1,2	**101,3**
	To	100,8	102,4	100,6	101,5	100,3	101,4	
	TN	99,79	97,28	100,6	95,41	93,3	121,7	
Manipulacion de lamina	v	0,97	0,95	1	0,99	0,98	0,96	**3,0**
	To	3,1	3,13	3,08	3,1	3,09	3,11	
	TN	3,007	2,974	3,08	3,069	3,028	2,986	
Corte de lamina	v	0,98	1,2	0,95	0,98	0,97	0,98	**22,6**
	To	22,1	21,8	23,2	22,3	22,7	22,37	
	TN	21,66	26,16	22,04	21,85	22,02	21,92	
Espera por puentegrua	v	0,98	1	0,99	0,97	0,95	0,99	**8,7**
	To	8,9	8,84	8,86	8,85	8,88	8,87	
	TN	8,722	8,84	8,771	8,585	8,436	8,781	
A perforar	v	0,98	1,1	0,96	0,99	1	0,97	**3,0**
	To	3	2,98	2,99	3	2,97	2,96	
	TN	2,94	3,278	2,87	2,97	2,97	2,871	
perforar	v	0,99	0,96	0,97	0,99	1	0,98	**4,0**
	To	4,1	4,03	4,1	4,12	4,06	4,11	
	TN	4,059	3,869	3,977	4,079	4,06	4,028	
Transporte a la plegadora	v	0,99	1	0,98	1	0,97	1,1	**1,2**
	To	1,2	1,26	1,19	1,21	1,23	1,14	
	TN	1,188	1,26	1,166	1,21	1,193	1,254	
plegado	v	0,99	0,97	1,1	0,98	0,99	1	**10,5**
	To	10,9	9,83	10,8	10,4	10,32	10,5	
	TN	10,79	9,535	11,88	10,19	10,22	10,5	
Verificar plegado	v	0,93	0,95	1,1	0,9	1	0,9	**0,2**
	To	0,2	0,25	0,21	0,24	0,19	0,22	
	TN	0,186	0,238	0,231	0,216	0,19	0,198	

Cuadro 9 (Continuacion) Tiempo Normal para las caras de la Tolva

Manipular lamina para almacenar	v	0,99	1	0,97	0,98	0,99	0,96	**8,5**
	To	8,7	8,48	8,93	8,68	8,63	8,76	
	TN	8,613	8,48	8,662	8,506	8,544	8,41	
Almacenar	v	1	1	1	1	1	1	**1140,0**
	To	1140	1140	1140	1140	1140	1140	
	TN	1140	1140	1140	1140	1140	1140	
Empalme de lamina	v	0,99	1	0,98	0,99	0,98	1,1	**105,4**
	To	105	104,0	105	106	103	105	
	TN	104	104	102,9	104,9	100,9	115,5	
Transporte a armar	v	0,95	0,99	1,1	0,98	1	0,99	**3,3**
	To	3,3	3,33	3,26	3,28	3,27	3,31	
	TN	3,135	3,297	3,586	3,214	3,27	3,277	
Trazar para poner lamina fora	v	0,95	0,99	0,95	1	0,9	0,9	**93,2**
	To	100	98	101	95	97	99	
	TN	95	97,02	95,95	95	87,3	89,1	
Puntear la fora	v	0,99	1,1	0,97	1	0,95	0,99	**95,9**
	To	96	95,5	96,64	95,86	95,64	95,7	
	TN	95,04	105,1	93,74	95,86	90,86	94,74	
A ensamble	v	0,98	0,97	1,1	0,97	0,99	1	**6,4**
	To	6,4	6,41	6,37	6,43	6,4	6,33	
	TN	6,272	6,218	7,007	6,237	6,336	6,33	

Los suplementos se tuvieron en cuenta a partir de la tabla de porcentajes de suplementos que consideran factores externos y retrasos involuntarios como interrupciones de los operarios al realizar su labor.

Cuadro 10 Suplementos caras de la tolva

SUPLEMENTOS							
No	CONSTANTES		VARIABLES				
ELEMENTOS	F	NP	R	M	TP	CI	%
inspeccionar planos	4	5	0	1	2	2	12%
preguntar a ingenieria	4	5	0	0	2	2	11%
espera por puentegrua	4	5	0	0	2	0	11%
transporte de materia prima	4	5	0	0	2	0	11%
transporte por herramientas	4	5	0	0	2	0	11%
trazo de lamina	4	5	0	0	2	2	11%
manipulacion de lamina	4	5	2	0	2	0	13%
corte de lamina	4	5	2	1	2	2	14%
espera por puentegrua	4	5	0	0	2	0	11%
a perforar	4	5	0	0	2	0	11%
perforar	4	5	2	1	2	2	14%
transporte a la plegadora	4	5	0	0	2	0	11%
plegado	4	5	2	1	2	2	14%
verificar plegado	4	5	0	0	2	2	11%
manipular lamina para almacenar	4	5	0	0	2	0	11%
almacenar	4	5	0	0	2	0	11%
empalme de lamina	4	5	2	0	2	5	13%
transporte a armar	4	5	0	0	2	0	11%
trazar para poner lamina fora	4	5	0	0	2	2	11%
puntear la fora	4	5	2	0	2	2	13%
a ensamble	4	5	0	0	2	0	11%

Cuadro 10 (Continuacion) Suplementos caras de la tolva

SUPLEMENTOS							
No	CONSTANTES		VARIABLES				
ELEMENTO	F	NP	R	M	TP	CI	%
transporte de materia prima	4	5	2	0	2	2	15%
trazo de lamina	4	5	0	0	2	0	11%
inspeccion de medida	4	5	2	0	2	0	13%
buscar herramienta	4	5	2	0	2	2	15%
esperar puentegrua	4	5	0	0	2	2	13%
alistamiento de cizalla	4	5	0	0	2	0	11%
cortar de lamina	4	5	2	0	2	2	15%
espera entrega de herramienta	4	5	0	0	2	0	11%
perforacion lamina geka(x 1 ø14 mm)	4	5	0	0	2	2	13%
perforacion lamina taladro magnetico (x 1 ø14 mm)	4	5	2	0	2	2	15%
transporte a plegadora	4	5	0	0	2	0	11%
alistamiento de la plegadora	4	5	0	0	2	0	11%
plegado de lamina inferior	4	5	2	0	2	2	15%
transportar a armar	4	5	0	0	2	0	11%
corte biscel para empalme	4	5	2	0	2	2	15%
armar para empalme	4	5	2	0	2	5	18%
soldar empalme	4	5	2	0	2	5	18%
inspeccionar soldadura	4	5	0	0	2	2	13%
manipular la pieza para soldar el lado contrario	4	5	0	0	2	0	11%
cortar (biscelar en el otro lado)	4	5	2	0	2	2	15%
soldar empalme	4	5	2	0	2	5	18%
esmerilar soldadura	4	5	2	0	2	2	15%
trazar para poner lamina fora	4	5	0	0	2	2	13%
armar (poner lamina fora)	4	5	0	0	2	2	13%
transportar a ensamble	4	5	0	0	2	0	11%

El tiempo estandar de fabricacion o el patron que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando el metodo y el equipo estandar, por un trabajador que posee la habilidad requerida se calcula, multiplicando el tiempo normal a la suma de los suplementos mas uno.

Cuadro 11 Tiempo estandar para la fabricacion de las caras

ELEMENTOS	TN	S	TS
transportar materia prima	12,39	1,15	14,25
trazo de lamina	41,57	1,11	46,14
inspeccion de medida	2,49	1,13	2,81
buscar herramienta	1,88	1,15	2,16
esperar de puentegrua	4	1,13	4,52
alistamiento de cizalla	0,63	1,11	0,70
cortar de lamina	37,66	1,15	43,31
espera entrega de herramienta	6,1	1,11	6,77
perforacion lamina geka(x 1 ø14 mm)	14,94	1,13	16,88
perforacion lamina taladro magnetico (x 1 ø14 mm)	69,35	1,15	79,75
transporte a plegadora	6,84	1,11	7,59
alistamiento de la plegadora	5,02	1,11	5,57
plegado de lamina inferior	35,64	1,15	40,99
transportar a armar	3,39	1,11	3,76
corte biscel para empalme	17,2	1,15	19,78
armar para empalme	30,7	1,18	36,23
soldar empalme	78,76	1,18	92,94
inspeccionar soldadura	2,84	1,13	3,21
manipular la pieza para soldar el lado contrario	16	1,11	17,76
cortar (biscelar en el otro lado)	20,02	1,15	23,02
soldar empalme	90,6	1,18	106,91
esmerilar soldadura	6,86	1,15	7,89
trazar para poner lamina fora	90,74	1,13	102,54
armar (poner lamina fora)	121,79	1,13	137,62
transportar a ensamble	6,28	1,11	6,97

Cuadro 11 (Continuacion) Tiempo estandar para la fabricacion de las caras

ELEMENTOS	TN	S	TS
inspeccionar planos	5,08	1,12	5,69
preguntar a ingenieria	2,69	1,11	2,99
espera por puentegrua	7,26	1,11	8,06
transporte de materia prima	18,37	1,11	20,39
transporte por herramientas	1,59	1,11	1,76
trazo de lamina	101,35	1,11	112,50
manipulacion de lamina	3,02	1,13	3,41
corte de lamina	22,61	1,14	25,78
espera por puentegrua	8,69	1,11	9,65
a perforar	2,98	1,11	3,31
perforar	4,01	1,14	4,57
transporte a la plegadora	1,21	1,11	1,34
plegado	10,52	1,14	11,99
verificar plegado	0,21	1,11	0,23
manipular lamina para almacenar	8,54	1,11	9,48
almacenar		1,11	0,00
empalme de lamina	105,37	1,13	119,07
transporte a armar	3,3	1,11	3,66
trazar para poner lamina fora	93,23	1,11	103,49
puntear la fora	95,88	1,13	108,34
a ensamble	6,4	1,11	7,10

La tolva se construyó en lamina de acero al carbón de 6 mm, y se consumieron para este proyecto en operaciones que agregan valor al producto, 19 horas (1277 minutos); en transporte, 1 hora (70.1 minuto), en inspecciones 0.2 horas (14.2 minutos) en demoras 0.5 horas (32 minutos) y 19 horas (1140 minutos) en almacenamiento, con lo que se puede concluir que el 47% del tiempo es utilizado en actividades productivas, el 48 % en almacenamiento y el 4% restante en demoras, transporte e inspecciones.

Esta actividad se realizó con un recurso humano de dos personas, un oficial y un ayudante, los cuales tienen tarifas de $15.500 y $8.500 respectivamente y una tarifa de maquina por hora de $36.000 por lo que construir este componente de la tolva tuvo un costo de $ 1.313.280.

Figura 11 Resumen de Tiempos y Costo por Operación Actual

		%	costo	horas hombre	hora maquina
○	1277	50%	$ 510.800	21	21
⇨	70,1	3%	$ 28.040	1	
□	14,1	1%	$ 5.640	0,2	
D	32	1%	$ 12.800	0,5	
▽	1140	45%	$ 756.000	19	
	2533,2	1	$1.313.280		
		TN	1.226	20,43	
		TE	1.393	23,22	

El tiempo normal para la fabricacion de las caras de la tolva fue de 20,43 horas. El tiempo estandar fue de 23,22 horas.

Las tarifas que se tuvieron en cuenta para calcular el costo de la mano de obra fueron:

Cuadro 12 Tarifas de mano de obra

Cargo	Tarifa
Ayudante uno	$ 8.500
Cizalla CNC	$ 36.632
oxicorte	$ 7.925
Geka	$ 12.222
Fresadora	$ 21.977
Oficial uno	$ 15.500
Sierra Metálica	$ 6.018
Soldador	$ 14.094
Soldadura	$ 7.338
Taladro	$ 4.678
Tornero uno	$ 14.656

La informacion de tarifas de mano de obra que se muestran a continuacion se obtiene gracias al sistema operativo SAP que registra los costos en que incurre la empresa.

Este sistema es actualizado mensualmente en el cierre contable que hace Inagromecanica y CIAMSA (empresa que soporta la contabilidad de inagromecanica), a partir del cual se establecen las tarifas de mano de obra dependiendo de la cantidad de operarios con que cuenta la planta y el personal temporal administrativo que labora en la empresa.

A partir de estos datos obtenidos en campo se puede determinar que las actividades criticas del proceso de fabricacion son:

- Inadecuado diseño del puesto de trabajo asi como deficiente cuidado por parte de los operarios de la herramienta,lo que propicia su busqueda.
- Deficiencias en el proceso de mantenimiento que genera poca disponibilidad de la maquinaria. Lo que propicia espera por el puentegrua.
- Deficiente nivel de servicio en el almacen, que genera esperas por entrega de herramienta.

- Altos indices de almacenamiento de producto en proceso. Que se reflejan en tiempos prolongados entre una actividad de preparacion de material y ensamble de piezas.

5.3.2 Cuerpo de la Tolva. A partir de la aplicación de la formula estadistica se logro determinar que el numero de observaciones necesarias para llevar a cabo el armado del cuerpo de la tolva, cuyos planos se adjuntan en el anexo A, fueron de cuatro.

Cuadro 13. Numero de ciclos optimos para tomar estudio de tiempos del cuerpo de la Tolva

ELEMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	R	R/X	OB
Alistar el espacio de trabajo	10	11	11,2	10,3	10,5						10,6	1,2	0,11	4
espera por puentegrua	25,37	26	27	28	25						26,25	3,1	0,12	4
transporte caras 1 y 2	6,64	7,15	6,85	6,33	6,50						6,694	0,82	0,12	4
atornillar (2) caras	4,04	4	3,98	4,4	4,10						4,104	0,42	0,10	3
tranporte 3 cara	7,33	7	7,5	7,7	8,00						7,506	1	0,13	4
atornillar 3 cara	4,96	5,3	4,8	4,7	5,00						4,952	0,6	0,12	4
esmerilar cordon de soldadura	5,0	4,98	4,5	5,02	4,75						4,85	0,52	0,11	3
espera por puentegrua	15	13,9	15,7	15,5	14,80						14,98	1,8	0,12	4
transportar 4 cara	6,34	6,25	6,94	6,2	6,40						6,426	0,74	0,12	4
ajuste dimensional	50,47	52	53,3	49	55,30						52,01	6,3	0,12	4
puntear soportes diagonales	17	15,9	16,7	17,2	17,60						16,88	1,7	0,10	3
verificar la dimension	7	6,98	7,13	6,5	7,20						6,962	0,7	0,10	3
atornillar la 4 cara	33	32,5	30,9	34	31						32,28	3,1	0,10	3
colocar soportes	257,9	259	262	240	233						250,4	29	0,12	4
transportar lamina	5,57	6	6,12	6,3							5,998	0,73	0,12	
atornillar la pieza que completa la tolva	26,99	27,5	29	28,3	30,00						28,36	3,01	0,11	3
verificar las dimensiones	3	2,85	3,1	2,75	3,02						2,944	0,35	0,12	4
transportar pieza a cortar	4	4,1	3,98	3,75	4,20						4,006	0,45	0,11	3
transportar equipo de plasma	4	3,99	4,08	4,2	3,80						4,014	0,4	0,10	3
alistar equipo plasma	0,1	0,09	0,09	0,1	0,10	0,20	0,12	0,11	0,12		0,114	0,11	0,96	3
trazo	4,18	4,35	4,19	4,15	4,37						4,248	0,22	0,05	3
cortar	12,2	13	12,5	12,7	13,20						12,72	1	0,08	3
esmerilado	18,18	19	18,7	16,8	17,90						18,12	2,2	0,12	4
transportar	1,09	1,1	1,03	1	1,12	1,00	1,07	1,04	1,07	1,10	1,062	0,12	0,11	3
atornillar lamina	32,6	33	34	31	32						32,52	3	0,1	3
Alistar espacio de trabajo	60	65	63	59	58						61	7	0,11	3
verificar la dimension de las diagonales	180	178	183	186	190						183,4	12	0,1	3
esperar el puentegrua	20	21	20,5	19	19,5						20	2	0,10	3
voltear la pieza	70	72	75	69	71						71,4	6	0,1	3
limpieza mecanica para poner atiezadores	11,3	11,5	12	10,9	12,2						11,57	1,3	0,11	3
trazo posicion de atiezadores	34,0	34,5	36	37	35						35,3	3	0,1	3
armado de atiezadores	220	222	224	230	235						226,2	15	0,1	3
esperar el puentegrua	120	128	132	119	125						124,8	13	0,1	3
desarmar la tolva	140	150	143	138	146						143,4	12	0,1	3
soldar la lamina FORA	630	635	640	670	650						645	40	0,1	3

El tiempo Normal que hace referencia a el tiempo en que un operario capacitado hace el trabajo y lo desarrolla a un ritmo normal emplea en la ejecucion de la tarea se calcula al multiplicar el tiempo observado por la valoracion que ha tenido el trabajor por parte del analista del proyecto.

Cuadro 14. Tiempo Normal de fabricacion del Cuerpo

CUERPO						
ELEMENTO		1	2	3	4	TN
alistar el espacio de trabajo	v	1	0,97	0,95	0,93	10,31
	To	10	10,7	11	11,2	
	TN	10,00	10,38	10,45	10,42	
espera por puentegrua	v	0,98	0,95	1	0,93	24,89
	To	25,37	26	24,7	27,2	
	TN	24,86	24,70	24,70	25,30	
Transporte de caras 1 y 2	v	0,99	1	0,98	0,97	6,64
	To	6,64	6,50	6,83	7,00	
	TN	6,57	6,50	6,69	6,79	
Atornillar (2) caras	v	1	0,97	1,1	0,98	4,142
	To	4,04	4,50	3,59	4,30	
	TN	4,04	4,365	3,949	4,214	
Transporte 3 cara	v	0,99	1	0,95	0,94	7,381
	To	7,33	7,25	7,89	8	
	TN	7,257	7,25	7,496	7,52	
Atornillar 3 cara	v	1,1	1	0,98	0,99	5,155
	To	4,96	5,00	5,20	5,12	
	TN	5,456	5	5,096	5,069	
Esmerilar cordon de soldadura	v	1	0,99	1,1	0,98	5,195
	To	5,0	5,12	4,99	5,33	
	TN	5	5,069	5,489	5,223	
espera por puentegrua	v	0,99	0,98	1	0,97	15,62
	To	15	16,30	14,96	17,20	
	TN	14,85	15,97	14,96	16,68	
Transportar 4 cara	v	0,95	0,98	1	0,99	6,13
	To	6,34	6,50	5,99	6,20	
	TN	6,023	6,37	5,99	6,138	
ajuste dimensional	v	1	0,96	0,99	0,94	50,59
	To	50,47	52,50	52,00	53,20	
	TN	50,47	50,4	51,48	50,01	
Puntear soportes diagonales	v	0,97	1	0,98	0,95	16,42
	To	17	16,50	16,70	17,20	
	TN	16,49	16,5	16,37	16,34	
Verificar la dimension	v	1	0,97	1,1	0,99	7,173
	To	7	7,20	6,98	7,10	
	TN	7	6,984	7,678	7,029	
Atornillar la 4 cara	v	0,99	1	0,97	0,94	32,4
	To	33	32,00	33,50	34,50	
	TN	32,67	32	32,5	32,43	
colocar soportes	v	1	0,99	0,97	0,95	262,01
	To	257,9	260	275	280	
	TN	257,9	257,4	266,8	266	
Transportar lamina	v	0,99	0,98	0,95	1	5,667
	To	5,57	6,00	6,13	5,45	
	TN	5,514	5,88	5,824	5,45	
Atornillar la pieza que com	v	1	0,99	0,95	0,98	26,89
	To	26,99	27,20	28,10	27,50	
	TN	26,99	26,93	26,7	26,95	
Verificar las dimensiones	v	1	0,99	1,1	0,98	3,124
	To	3	3,10	2,99	3,20	
	TN	3	3,069	3,289	3,136	

Cuadro 14 (Continuacion) Tiempo Normal de fabricacion del Cuerpo de la Tolva

Transportar pieza a cortar	v	0,99	0,97	0,95	1	**4,008**
	To	4	4,10	4,33	3,98	
	TN	3,96	3,977	4,114	3,98	
transportar equipo de plasma	v	0,99	1	0,98	0,95	**3,985**
	To	4	3,99	4,08	4,2	
	TN	3,96	3,99	3,998	3,99	
alistar equipo de plasma	v	1	1	0,99	0,98	**0,128**
	To	0,1	0,10	0,20	0,12	
	TN	0,1	0,096	0,198	0,118	
trazo	v	0,98	0,97	1	0,99	**4,067**
	To	4,18	4,20	3,99	4,15	
	TN	4,096	4,074	3,99	4,109	
corte	v	1	0,98	0,99	0,97	**12,53**
	To	12,2	13	12,50	13,20	
	TN	12,2	12,74	12,38	12,8	
esmerilado	v	0,93	0,95	1	0,98	**17,25**
	To	18,18	18,00	17,56	17,80	
	TN	16,91	17,1	17,56	17,44	
transportar	v	0,97	0,99	0,95	1	**1,04**
	To	1,09	1,08	1,10	0,99	
	TN	1,057	1,069	1,045	0,99	
atornillar la lamina	v	1	0,99	0,95	0,98	**32,65**
	To	32,6	33	34,2	33,5	
	TN	32,6	32,67	32,49	32,83	
alistar el espacio de trabaj	v	1	0,99	0,98	0,97	**61,57**
	To	60	62	63,1	65	
	TN	60,00	61,38	61,84	63,05	
verificar las dimensiones d	v	1	0,98	0,95	0,99	**180,74**
	To	180	185	190	183	
	TN	180	181	181	181	
Espera por el puentegrua	v	1	0,99	0,95	0,98	**21,78**
	To	20	22	24	23	
	TN	20,00	21,78	22,80	22,54	
voltear la pieza	v	1	0,99	0,98	0,97	**70,9**
	To	70	71	72	75	
	TN	70	70,29	70,56	72,75	
limpieza mecanica	v	1	0,99	0,98	1	**11,62**
	To	11,3	11,5	12	12,10	
	TN	11,25	11,39	11,76	12,1	
Trazo posicion de atiezado	v	0,99	1	0,95	0,98	**33,45**
	To	34	33	35	34,6	
	TN	33,66	33	33,25	33,91	
Armado de atiezadores	v	1	0,98	0,99	0,95	**218,7**
	To	220	225	222	226	
	TN	220	220,5	219,8	214,7	
Esperar el puentegrua	v	1	0,98	0,97	0,95	**122,5**
	To	120	126	127	130	
	TN	120	123,5	123,2	123,5	
desarmar la Tolva	v	0,99	0,95	1	0,97	**138,27**
	To	140	145	139	142	
	TN	138,6	137,8	139	137,7	
Soldar lamina FORA	v	1	0,99	0,97	0,98	**625,67**
	To	630	632	644	635	
	TN	630	625,7	624,7	622,3	

Los suplementos se tuvieron en cuenta a partir de la tabla de porcentajes de suplementos que consideran factores externos y retrasos involuntarios como interrupciones de los operarios al realizar su labor.

Cuadro 15. Suplementos

CUERPO							
SUPLEMENTOS							
No	CONSTANTES		VARIABLES				
ELEMENTOS	F	NP	R	M	TP	CI	%
Alistar el espacio de trabajo	4	5	0	0	2	0	11%
espera por puentegrua	4	5	0	1	2	0	12%
transporte caras 1 y 2	4	5	0	0	2	2	11%
atornillar (2) caras	4	5	2	0	2	2	13%
tranporte 3 cara	4	5	0	0	2	2	11%
atornillar 3 cara	4	5	2	0	2	2	13%
esmerilar cordon de soldadura	4	5	2	0	2	2	13%
espera por puentegrua	4	5	0	0	2	0	11%
transportar 4 cara	4	5	0	0	2	2	11%
ajuste dimensional	4	5	2	0	2	2	13%
puntear soportes diagonales	4	5	2	0	2	2	13%
verificar la dimension	4	5	0	0	2	2	11%
atornillar la 4 cara	4	5	2	0	2	2	13%
colocar soportes	4	5	2	0	2	2	13%
transportar lamina	4	5	0	0	2	2	11%
atornillar la pieza que completa la tolva	4	5	2	0	2	2	13%
verificar las dimensiones	4	5	0	0	2	2	11%
transportar pieza a cortar	4	5	0	0	2	2	11%
transportar equipo de plasma	4	5	0	0	2	0	11%
alistar equipo plasma	4	5	0	0	2	0	11%
trazo	4	5	0	0	2	2	11%
cortar	4	5	2	0	2	2	13%
esmerilado	4	5	2	0	2	2	13%
transportar	4	5	0	0	2	0	11%
atornillar lamina	4	5	2	0	2	2	13%
Alistar espacio de trabajo	4	5	0	0	2	0	11%
verificar la dimension de las diagonales	4	5	0	0	2	2	11%
esperar el puentegrua	4	5	0	0	2	0	11%
voltear la pieza	4	5	0	0	2	2	11%
limpieza mecanica	4	5	2	1	2	2	14%
trazo posicion de atiezadores	4	5	0	0	2	2	11%
armado de atiezadores	4	5	2	0	2	2	13%
esperar el puentegrua	4	5	0	0	2	0	11%
desarmar la tolva	4	5	2	0	2	0	13%
soldar la lamina FORA	4	5	2	0	2	2	13%

El tiempo estandar de fabricacion o el patron que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando el metodo y el equipo estandar, por un trabajador que posee la habilidad requerida se calcula, multiplicando el tiempo normal a la suma de los suplementos mas uno.

Cuadro 16. Tiempo Estandar de armado del cuerpo de la tolva

ELEMENTOS	TN	S	TS
Alistar el espacio de trabajo	10,31	1,11	11,44
espera por puentegrua	24,89	1,12	27,88
transporte caras 1 y 2	6,64	1,11	7,37
atornillar (2) caras	4,14	1,13	4,68
tranporte 3 cara	7,38	1,11	8,19
atornillar 3 cara	5,15	1,13	5,82
esmerilar cordon de soldadura	5,19	1,13	5,86
espera por puentegrua	15,61	1,11	17,33
transportar 4 cara	6,13	1,11	6,80
ajuste dimensional	50,58	1,13	57,16
puntear soportes diagonales	16,42	1,13	18,55
verificar la dimension	7,17	1,11	7,96
atornillar la 4 cara	32,39	1,13	36,60
colocar soportes	262,01	1,13	296,07
transportar lamina	5,66	1,11	6,28
atornillar la pieza que completa la tolva	26,89	1,13	30,39
verificar las dimensiones	3,12	1,11	3,46
transportar pieza a cortar	4	1,11	4,44
transportar equipo de plasma	3,98	1,11	4,42
alistar equipo plasma	0,12	1,11	0,13
trazo	4,06	1,11	4,51
cortar	12,52	1,13	14,15
esmerilado	17,25	1,13	19,49
transportar	1,04	1,11	1,15
atornillar lamina	32,64	1,13	36,88
Alistar espacio de trabajo	61,57	1,11	68,34
verificar la dimension de las diagonales	180,74	1,11	200,62
esperar el puentegrua	21,78	1,11	24,18
voltear la pieza	70,9	1,11	78,70
limpieza mecanica	11,62	1,14	13,25
trazo posicion de atiezadores	33,45	1,11	37,13
armado de atiezadores	218,74	1,13	247,18
esperar el puentegrua	122,54	1,11	136,02
desarmar la tolva	138,27	1,13	156,25
soldar la lamina FORA	625,67	1,13	707,01

La tolva se armo en cuatro dias, con turnos de 9.5 horas, lo que hace referencia a 38.11 horas en total. De este tiempo se puede determinar que el tiempo productivo fue de 72%, el 5% tiempo en transporte, 12% en inspecciones y 11% en demoras, que hacen referencia esperas por mal estado de un mecanismo de izaje esencial en el armado de los equipos, el puentegrua.

Figura 12. Resumen de Tiempos y Costo por Operación Actual

	Tiempo	Participacion	costo	horas hombre	hora maquina
○	1644	72%	$ 657.600	27	27
⇨	117,36	5%	$ 46.944	2	
□	269,19	12%	$ 107.676	4	
D	257	11%	$ 102.800	4	
▽		0	$ -	0	
Total	2287,55	TOTAL	915.020		
		TN	2050	34,2	
		TE	2305	38,4	

El tiempo estandar para armar la tolva fue de 38.41 horas.
El tiempo normal para el armado de la tolva fue de 34.16 horas.
El costo que requirio la fabricacion de la tolva fue de $915.022.

A partir de estos datos obtenidos en campo se puede determinar que las actividades criticas del proceso de fabricacion son:

❖ El tiempo que se consume para el alistamiento del area de trabajo representa el 26% del tiempo invertido en demoras para el proceso de armado, por lo que es indispensable disminuir este tiempo.
❖ La empresa cuenta actualmente con equipos en mal estado, lo que genra que los mantenimeintos correctivos consuman dinero en su mayoria por la obtencion de respuestos costosos, ademas de elevar los costos en produccion por perdida de tiempo al esperar o no contar con estos equipos cuando se requieren. Actualmente el puentegrua actua como un mecanismo de izaje clave para el armado de los equipos que es muy util por la naturaleza de estos.
La deficiencia en el control y analisis del plan de mantenimiento esta influyendo en la productividad de la produccion y en los gastos que se incurren con este proceso. En este caso el 83% de las demoras son por esperas de puetegrua.

El tiempo estándar para el método actual (se refiere al tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo bajo un método y un equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal) de la fabricación de la tolva:

Cuadro 17. Tiempo estándar para la fabricación de la tolva

ENSAMBLES DE LA TOLVA	TIEMPO ESTANDAR (horas)
CARAS DE LA TOLVA	42.21
LAMINA ANTIDESGASTE	48.55
DEFLECTOR	16
ATIEZADORES	33.1
ARMADO DE LA TOLVA	38.42
TIEMPO TOTAL	178.28

El tiempo total de la fabricación de la tolva para la empresa Inagromecanica en turnos de 9.5 horas es de 19 días, utilizando 3 parejas de (3) oficiales y (3) ayudantes.

5.4 IDENTIFICACION DE OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL SISTEMA DE PRODUCCION

5.4.1 Análisis del problema. Mediante trabajo de campo se logró identificar las principales problemáticas que afectan cada una de las operaciones que forman el proceso productivo en la planta de fabricación y manejo de equipos para el almacenamiento de materiales Inagromecanica.

A partir de esta información se enumeran cada una de las causas de la improductividad del proceso productivo presentando las evidencias encontradas para cada problema y discriminando cada una de las operaciones.

5.4.2 Definición de las causas para las deficiencias en la operación de corte.

- La materia prima es almacenada sin que se clasifique de manera clara, actualmente se realiza de acuerdo con sus especificaciones técnicas, que permiten su fácil diferenciación, cuando se compra, se marcan las primeras unidades de los pedidos con el número de orden y la descripción del producto, pero a medida que se usa el material, el posterior va quedando sin identificación, provocando mezclas de material, lo que conlleva a tener una actividad riesgosa, por ejemplo: errores en el momento de corte, cortar material diferente al solicitado o especificado en los planos (provocando pérdida de horas hombre, máquina y material), por la ausencia de verificación de las especificaciones de la materia

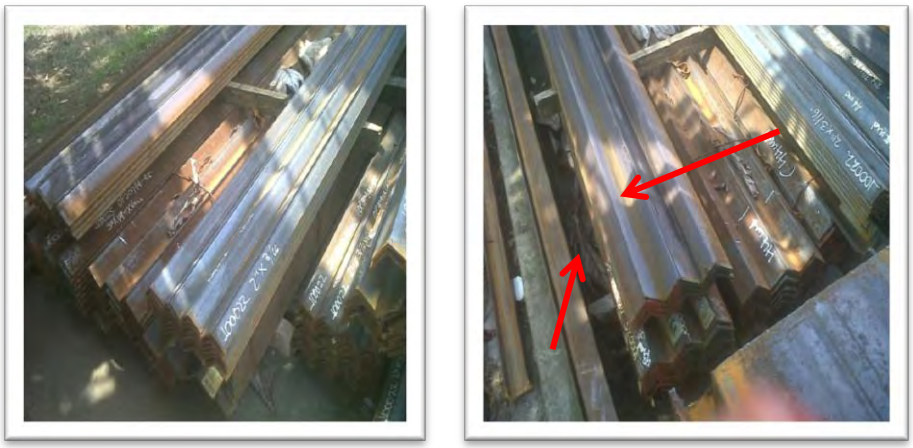
prima por parte del operario y la inexistencia de información que proporcione el tipo de material que representa.

Evidencia. La materia prima es almacenada sin ser identificada y en distintas ubicaciones, con esta mala práctica se corre el riesgo de mezclar los espesores y/o dimensiones de los materiales y cortar lo que no se requiera, en especial con los ángulos. Por tal motivo es fuente generadora de reproceso, desperdicios de material y posibles errores. Las estanterías donde se guarda como es requerido para que no se mezcle el material están completamente llenas.

Figura 13. Almacenamiento inseguro de Materia prima

El almacenamiento al aire libre y en medio de la zona de tránsito peatonal genera inseguridad para los trabajadores y el medio ambiente.

Figura 14. Inadecuado Almacenamiento de Materia prima



Se evidencian debilidades en la clasificación e identificación de la materia prima. Los 3 bloques que corresponden a L3" x ¼ (referencia de ángulo).

Figura 15. Estanterías de Materia Prima

La capacidad de las estanterías ha excedido el límite con el que fue construido.

La existencia de gran cantidad de producto terminado en tránsito (se evidencia por el espacio limitado que existe en la planta), dificulta y retrasa las operaciones de corte generando tiempos muertos, esperas, demoras y altos tiempos de transporte de las láminas de material para corte; esto por la necesidad de acondicionar los espacios para realizar dichas operaciones, así como el constante almacenamiento de piezas cortadas que están a la espera de ser utilizadas en el proceso de ensamble. Lo que reduce los espacios de la planta.

Evidencia. El almacenamiento de producto terminado genera desplazamientos, demoras y alistamientos largos en las operaciones de corte. Por ejemplo para realizar esta operación de corte fue necesario acondicionar un espacio en la planta y transportar la estructura tal como se evidencia en la imagen esto tardo una hora en la operación de alistamiento y transporte, y una hora más en la espera del monta carga ya que este era alquilado porque el monta carga de la empresa se encontraba dañado.

Figura 16. Almacenamiento de producto terminado

El almacenamiento de piezas cortadas es alto. Los almacenamientos ocupan espacios que podrían ser productivos, transitables u ocasionar algún accidente.

Figura 17. Almacenamiento de material en proceso

Se presenta una inadecuada supervisión y verificación del contenido de los planos por parte del proceso de diseño y los operarios de producción, en la planeación de la ejecución de la operación. Es necesario que los operarios verifiquen las medidas del plano y comuniquen las inconsistencias antes de realizar la operación, así como que los planos contengan información certera cuando sean emitidos por diseño.

Evidencia 3.Se generan cortes erróneos, por lo que se utilizan altos tiempos para la corrección de esta operación con el empalme de piezas. Para el proceso de corte de una canal HEA 340 x 10172 a -36 del plano 30952-ES055-Aoo, el día 8 de enero fue erróneo, se cortó mal la canal. la corrección en el corte tomo un

tiempo de tres horas, además fue necesario añadir la longitud faltante. El tiempo total de este reproceso fue de 8, 5 h.

Figura 18. Cortes repetitivos

Se encuentra inconsistencia en las medidas de las piezas (ruedas guías principales y secundarias, inferiores y superiores) que eran requeridas en la O.P. 30918. Estas fueron cortadas con las medidas de la lista de materiales, pero el plano las especificaba con un espesor menor, generando un proceso adicional para reducir las medidas.

Figuras 19. Cortes Erróneos

El Angulo se pide al almacén según indica el plano de 3''x 1/4'', después de cortado y trazado para perforar, el armador se da cuenta que el ángulo es de 2 ¾'' x 1/4''. Se cortaron 2 unidades de 2457 mm.

Figura 20. Corte en material equivocado

Se evidencia la ausencia de un estándar para la revisión de las maquinas previo al inicio de la operación (Ej. Niveles adecuados de gases para operaciones de oxicorte) que genera altos tiempos de alistamiento en las máquinas de oxicorte, a la vez que desplazamientos repetitivos que acarrean el 35.49% del tiempo de alistamiento. El tiempo requerido para el alistamiento de esta máquina es de 24 minutos.

Evidencia 4. El tiempo de alistamiento de los equipos de oxicorte requiere de transportes y desplazamientos considerables.

Figura 21. Tiempos de Alistamiento del oxicorte

TIEMPOS DE ALISTAMIENTO		
ALISTAMIENTO	**ACTIVIDADES**	**TIEMPO**
alistamiento para el equipo de oxicorte	Transporte del operario desde el almacén de herramientas a la zona de limpieza mecánica para acomodar el equipo	3
	Conectar el equipo de oxicorte.	3,19
	Buscar regla para cortar	2,33
	Transportar y conectar el cable alimentador de gas, de la zona de limpieza mecanica hasta la zona de soldadura.	1,95
	Se pone la boquilla en la pistola y se revisar su estado	2,08
	Transportar de la zona de limpieza mecánica a el almacén general para solicitar boquilla.	2
	Solicitar la boquilla al almacén.	4,93
	Transporte del operario desde el almacén general a la zona de materia prima en busca de la autorización del supervisor	1,58
	Cambiar de boquilla.	1,21
	Realizar prueba salida de gases	0,27
	Verificar los gases abiertos	0,89
	Fijar la boquilla y prender la maquina	0,6
	TOTAL	24,03

En la Geka y la cizalla es necesario utilizar el montacargas para transportar la materia prima a cortar, en algunas ocasiones no es posible iniciar con la tarea porque el montacargas está ocupado o está dañado, generando tiempos ociosos

en promedio de 15 minutos mientras se espera el montacargas o en algunos casos realizar distintos desplazamientos porque este se encuentra en reparación.

Evidencia 5.Las continuas averías del monta carga generan demoras en las operaciones de corte. Estas demoras son en promedio de 15 minutos.

Figura 22. Montacarga averiado

Las piezas que se cortan no son marcadas de una forma estándar, por lo que carecen de información trazable que permita a los operarios de ensamble ubicarlas, generando tiempos de búsqueda de piezas con desplazamientos y demoras. Actualmente se identifican con el ítem o la orden de producción.

Evidencia 6. No se maneja un estandar para la marcación de las piezas cortadas, en el momento de utilizar las piezas para el ensamble pueden surgir confuciones y errores, que generan reprocesos, desplazamientos, demoras y busquedas. El no manejar un estandar de identificación, hace que la búsqueda de piezas tengan desplazamientos innecesarios y demoras en promedio de media hora,por no tener claro a que pieza corresponde por la similitud entre ellas.

Figura 23. Errores en marcacion de material en proceso

Los desplazamientos que existen desde la zona de materia prima hasta la zona de corte en la cizalla CNC y Geka es de 10 Min, lo que ha generado la necesidad de crear espacios para almacenamiento de material por lo regular sobrante alrededor de estas dos máquinas. Buscar el material dentro de este sistema de almacenamiento les toma en promedio tres minutos a los operarios.

Evidencia 7. La distancia existente desde la zona de corte hasta la zona de materia prima ha ocasionado que alrededor de la cizalla se genere almacenamiento de material sobrante, materia prima o producto en proceso.

Figura 24. Almacenamiento Inadecuado

Cuando se corta con oxicorte el tiempo de esmerilado es cuatro veces mayor al del corte. Como se evidencia en el estudio de tiempos. Ej. Las vigas HEA 100.utilizan un Tcorte:3 Min y Esmerilado 10Min, los tubos requieren un T. corte:2,92 Min y un T. esmerilado 15,69 Min. Por lo que se puede concluir que mientras un oficial corta cinco piezas con oxicorte un ayudante o en algunos casos un oficial esmerila una pieza.

Esta maquinaria acarrea altos tiempos de esmerilado para que las piezas queden con buenos acabados.

Evidencia 8. Las vigas HEA 100 utilizan un,Tcorte:3 Min y Esmerilado 10Min. Los tubos requieren un Tcorte: 2,92 Min y un Tesmerilado 15,69 Min. Por lo que se puede concluir que mientras un oficial corta cinco piezas con oxicorte un ayudante o en algunos casos un oficial esmerila una pieza. No se compran barras de acero cortado, lo que genera un corte extra con sierra eléctrica de 20 Min. Dicha máquina es antigua y no se usa con frecuencia.

Evidencia 9. El corte con sierra electrica de estas barras es de 20 Min, esta maquina se utiliza poco en la empresa y presenta un tiempo de vida largo en la compañía.

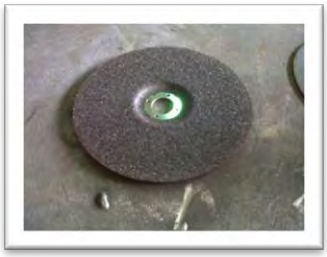
Figura 25. Sierra Electrica

Actualmente se practica en la empresa el corte con pulidora con discos de 1/16”. Esta práctica es poco productiva porque presenta tiempos largos de operación y degaste del equipo que es propio para pulir. Esta operación puede ser remplazada por cortes con troqueles.

Evidencia 10. Actualmente se realiza cortes con pulidora, esta operación implica tiempos largos de operación y desgaste del equipo que es propio para pulir.

Figura 26. Pulidoras

El disco de corte con pulidora se presenta en estas condiciones de desgaste



Los discos nuevos lucen con este aspecto.Existe un almacenamiento de equipos dañados sin ningún fin aparente definido por la compañía o algún funcionario. Desde el mes de noviembre de 2012 que ocupa espacio productivo para la planta.

Teniendo en cuenta que se considera que toda actividad de almacenamiento en donde se amontone existencias y productos sobrantes es totalmente improductiva, se hace necesario que sea eliminada.
Evidencia 11. En el momento existen cinco antorchas de oxicorte dañadas desde el mes de Noviembre del año 2012, sin un fin definido. En el momento hay cinco equipos de oxicorte dañados que no se utilizan desde el mes de diciembre por que no funcionan.

se debe definir las politicas de dar de baja a los equipos o herramientas obsoletas o dañadas, con sus responsables.

Figura 27. Antorchas de oxicortes

- La cizalla debe tener un mantenimiento preventivo una vez cada dos meses de acuerdo a lo dicho por los operarios oficiales quienes habitualmente la manejan y por el área de mantenimiento. Este tipo de mantenimiento consta de la limpieza interna de dicha máquina; de la revisión y limpieza de la volva, cuchillas, sensores y rodamientos.

Este proceso se ha pasado por alto en los momentos de alta producción incumpliendo lo establecido en el Programa de mantenimiento. Lo anterior se puede evidenciar en la fecha del 26 de diciembre de 2012 de la cizalla, en el que se presentan problemas con el tope de la máquina, esta se ha des-calibrado un centímetro y dos décimas, y se espera que IMOCOM regrese para realizar esta acción, en el mes de enero, lo que aún no se ha coordinado.

Evidencia 12. Se evidencia falta de control y seguimiento a las actividades de mantenimento asignadas a la cizalla y como se demuestra en el cronograma resumen del mantenimiento, las actividades de mantenimiento no se realizan de manera continua ni en los tiempos estipulados como puede evidenciarse en el año 2012, donde despues de cuatro meses del ultimo mantenimiento registrado se detecta una falla en la cuchilla y se hace necesario un mantenimiento correctivo,

despues de un mes de este suceso se envia a afilar la cuchilla y durante dos meses se trabaja con la cuchilla de repuesto, que deja aceptable la operacion pero las piezas son rasgadas, despues de un mes (en octubre), se para la maquina por cuatro dias para el cambio de la cuchilla y para hacerle manteniiento por parte de la empresa. despues de este mantenimiento la cizalla queda descalibrada y no se ha logrado coordinar hasta el momento dicha calibracion. en el momento es necesario trazar para usar este equipo. el tiempo requerido para estos trazos extras son en promedio de dos minutos para trazos longitudinales, que no son complejos.

Figura 28. Deterioro en la cuchilla de la cizalla

AVTIVIDAD	RESPONSABLE	MES					
		Jun-11	May-12	20-Sep-12	17-Oct-12	Nov-12	Ene-13
calibracion de la cizalla	IMOCOM						
revision mantenimiento (sin falla)	INAGRO						
detecta falla en la cuchilla	INAGRO						
se envia a afilar la cuchilla	INAGRO						
mantenimiento de la cizalla	INAGRO						
cambio de cuchilla y calibracion del tope	IMOCOM						
des-calibrado un centimetro y dos decimas.	INAGRO						
el eje se detiene antes de terminar el recorrido por lo que el motor deja de funcionar	INAGRO						
espera de la calibracion	IMOCOM						

24 y 25 Nov
26 Y 27 Nov
28 Nov
11 Ene
4 Feb

El montacargas y puente grúa de 3 Ton. Que transporta materia prima presenta constantes averías y daños provocando tiempos ociosos y demoras, lo que propicia la aparición de cuellos de botella por la imposibilidad de trabajar al no

tener como transportar la materia prima. En promedio los tiempos y demoras que genera el montacargas son de 7,29 h por jornada y el puente grúa de 9,5 h por jornada. Ante esta situación la empresa asume los costos de alquiler de montacargas cuando la reparación requiere más de medio día.

Figura 29. Reporte de daños del Montacarga

REPORTE DE DAÑOS DEL MONTACARGA
PERIODO ENERO 2013
AUTOR LUISA FERNANDA TABARES
APOYO RUBER ARRECHEA

FECHA	PROBLEMA	TIEMPO DE REPACION (hora)	HORA DAÑO	ACTIVIDAD QUE AFECTO
28-ene-13	Entro agua al distribuidor porque en la noche se baro en la zona descubierta.	3	07:00	n.a
28-ene-13	Se le revento la correa al montacarga	3	07:50	se requeria para transportar piezas de ensambre a zona de armado
28-ene-13	Se pego la guaya	0,41	02:40	se transportaba angulos para corte
29-ene-13	se le descargo la bateria en el turno de la noche		07:00	n.a
29-ene-13	se detecto que ademas el montacarga tiene problemas de arranque , por lo que se envia a santander esa pieza para que se revise.	9,5	07:00	se requeria para transportar piezas para pintura
30-ene-13	El montacarga de la empresa sigue averiado	9,5	07:30	todas las actividades de planta
30-ene-13	se alquilo un montacarga para que se utilizara este dia	n.a	08:00	
31-ene-13	El montacarga se le debe de bajar la culata para su reparacion	9,5	07:30	ninguna, existe un montacarga en alquiler
01-feb-13	El montacarga se le debe daño al arranquel se le esta haciendo mantenimiento a	9,5	07:30	ninguna, existe un montacarga en alquiler
04-feb-13	El montacarga se le debe de bajar la culata para su reparacion	9,5	07:30	ninguna, existe un montacarga en alquiler
05-feb-13	El montacarga sigue ne proceso de reparacion en espera de un repuesto (la corr	9,5	07:30	ninguna, existe un montacarga en alquiler
06-feb-13	El montacarga sigue en proceso de reparacion	9,5	07:30	ninguna, existe un montacarga en alquiler
07-feb-13	el montacarga ya esta reparado	2	07:30	

Evidencia 13. El montacarga y el puentegrua retrazan las actividades de la planta generando tiempos de demora mientras se espera que estos aparatos funcionen en el transporte de materia prima.

Figura 30. Estado de puentegruas

- Mientras el puentegrua de 10 Ton esta siendo utilizado para el proceso de cargue, la planta queda desequipada de esta herramienta para el traslado de piezas o materia prima del proceso productivo, porque el puentegrua de 3 Ton esta fuera de funcionamiento y no puede usarse. Esto sucedió durante la tercera semana del mes de febrero de 2013, donde se programo el cargue de mercancia para los proyectos de la OP 30951 Banda transportadora y chute, 30952 silo y estructura del cliente shcenck.
- La Geka, máquina utilizada para cortar ángulos, ejes, cuadrados, platinas o laminas, presenta desde hace tres años desgaste y des calibración de la cuchilla en la estación de trabajo encargada de cortar laminas (estas estación tiene un alcance máximo de 400 mm de ancho y 15 mm de espesor), por lo que desde este momento no se utiliza. Este defecto en la máquina hace que el material que allí se corte quede rasgado con una operación de mala calidad.

Evidencia 14. La geka no se utiliza hace tres años para cortar laminas debido a la mala calidad de corte que genera esta maquina por la ausencia de mantenimiento en su cuchilla.

Figura 31.Cuchilla de la Geka

Hay equipos que no se utilizan por la ausencia de accesorios que no han sido comprados, en este momento existen dos antorchas de oxicorte nuevas sin utilizar, porque las boquillas que existen en stock son número cinco y las necesarias son número dos. Situación que afecto la planta antes de que se dividiera en dos turnos.

Evidencia 15. Las boquillas de las antorchas de oxicorte que estan en el momento son de un tamaño mayor para los equipos, por tal motivo no ha sido posible dar uso a las dos antorchas nuevas que necesitan boquillas numero dos.

Figura 32. Boquillas para antorcha de oxicorte

Mal manejo de la herramienta de oxicorte por parte de los operarios al manipular de forma herrada la boquilla en los equipos. Esta operación hace referencia a malas prácticas de los operarios en actividades como: 1. Utilización de boquillas sucias. (El operario no limpia la boquilla antes de usar el equipo). 2. Utilizar la antorcha en una posición inadecuada, lo que funde la boquilla, la ensucia y se absorbe la candela. 3. Deficiente proceso de instalación (los operarios no ajustan de la manera correcta la tuerca de sujeción de la boquilla, provocando fugas de oxígeno y acetileno que funden la boquilla) 4. Existe una deficiente graduación del equipo.

Evidencia 17.Existen malas practicas de los operarios en actividades como:1. Utilización de boquillas sucias. (el operario no limpia la boquilla antes de usar el equipo). 2. Utilizar la antorcha en una posición inadecuada , lo que funde la boquilla, la ensucia y se absorbe la candela. 3.Deficiente proceso de instalación (los operarios no ajustan de la manera correcta la tuerca de sujeción de la boquilla, provocando fugas de oxigeno y acetileno que funden la boquilla) 4. Existe una deficiente graduación del equipo.

Figura 33. Estado de las boquillas de las antorchas de oxicorte

5.4.3 Lluvia de ideas de los problemas en la operación de corte.

A partir de la identificación de las problemáticas de la operación de corte se procedió a ponderar cada una de acuerdo al impacto que genera en el proceso productivo. Para esto se tuvo en cuenta el criterio de la estudiante como ingeniera industrial y la participación de personas claves de la organización en el área de producción que ponderaron de uno a cinco la relevancia de los problemas en el taller.

Las personas entrevistadas fueron:

- Auxiliar de producción.
- Operarios de planta.
- Participantes de control de calidad.
- Supervisor
- Jefe de mantenimiento.

Cuadro 18. Deficiencias en la operación de Corte

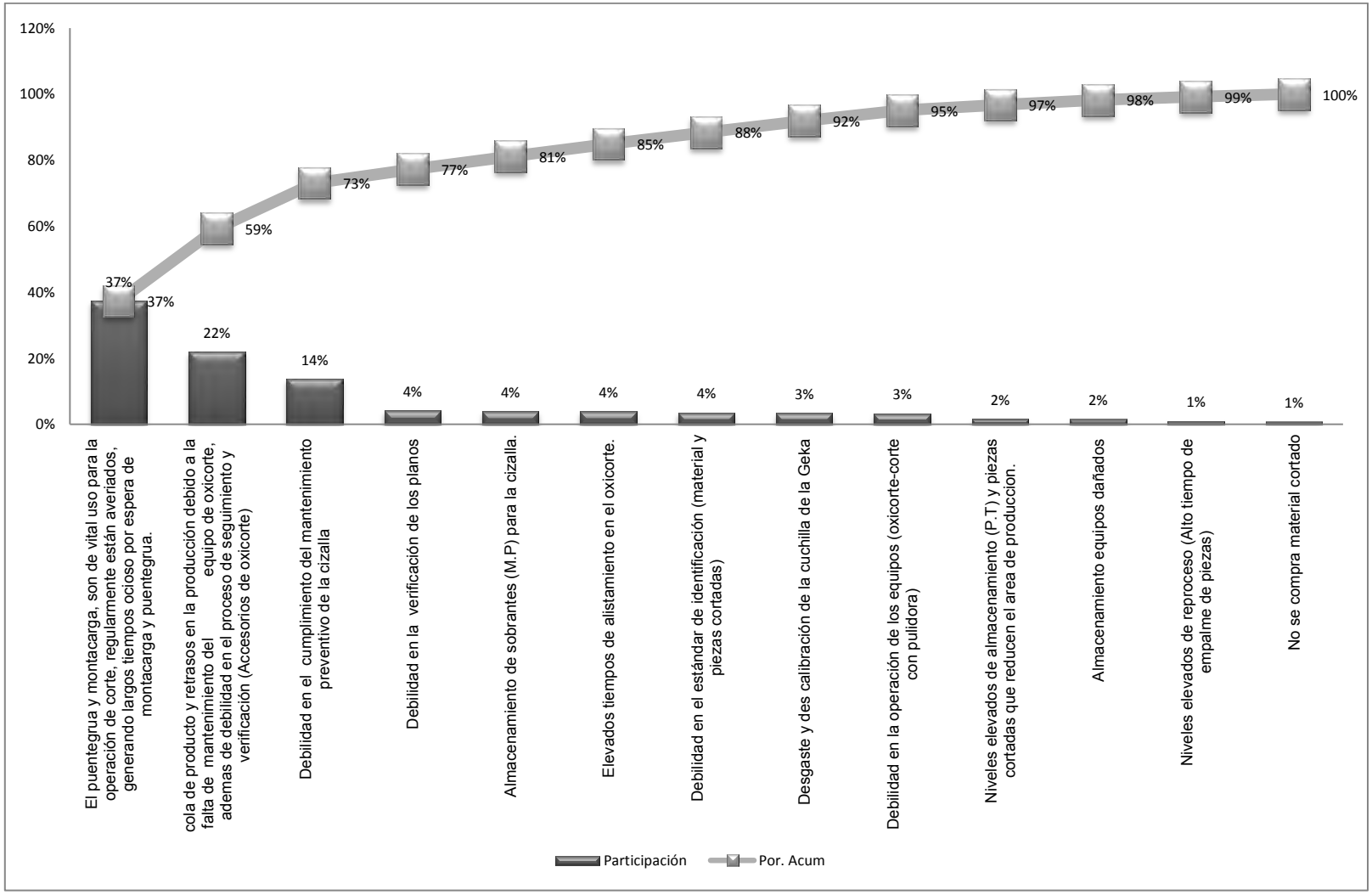
Deficiencias en la operación de corte	Ocurrencia	Ponderación (MEPRO)	Total	Participación	Por. Acum
a. El puente grúa y montacargas, son de vital uso para la operación de corte, regularmente están averiados, generando largos tiempos ocioso por espera de montacargas y puente grúa.	48	0,17	8,16	37%	37%
b. Cola de producto y retrasos en la producción debido a la falta de mantenimiento del equipo de oxicorte, además de debilidad en el proceso de seguimiento y verificación (Accesorios de oxicorte)	32	0,15	4,8	22%	59%

c. Debilidad en el cumplimiento del mantenimiento preventivo de la cizalla	25	0,12	3	14%	73%
d. Debilidad en la verificación de los planos	7	0,13	0,91	4%	77%
e. Almacenamiento de sobrantes (M.P) para la cizalla.	17	0,05	0,85	4%	81%
f. Elevados tiempos de alistamiento en el oxicorte.	14	0,06	0,84	4%	85%
g. Debilidad en el estándar de identificación (material y piezas cortadas)	11	0,07	0,77	4%	88%
h. Desgaste y des calibración de la cuchilla de la Geka.	15	0,05	0,75	3%	92%
i. Debilidad en la operación de los equipos (oxicorte-corte con pulidora)	14	0,05	0,7	3%	95%
j. Niveles elevados de almacenamiento (P.T) y piezas cortadas que reducen el área de producción.	12	0,03	0,36	2%	97%
k. Almacenamiento equipos dañados	11	0,03	0,33	2%	98%
l. Niveles elevados de reproceso (Alto tiempo de empalme de piezas)	7	0,03	0,21	1%	99%
m. No se compra material cortado	6	0,03	0,18	1%	100%
	TOTAL		21,86		

5.4.4 Figura de barras para la operación de corte

A partir de la tabla anterior, se construyó un gráfico para representar los datos anteriormente expuestos.

Figura 34. Gráfico de barras para la operación de corte



Esta dinámica se llevó a cabo para cada una de las operaciones del proceso productivo.

5.4.5 Definición de las causas para las deficiencias en la operación de perforado

El material suministrado por los proveedores de herramientas como: cadenas, tornillos y soportes llegan bajo especificaciones incorrectas. Por esto se deben ejecutar operaciones extras para adecuar los productos, o pérdida de tiempo en el proyecto para espera del cambio del material comprado según.

Evidencia 1. Después de fabricar las 85 unidades con la medida entre perforaciones de 16mm según la revisión 1, se presenta en la cadena que tiene 10mm entre perforaciones. Como consecuencia salió la revisión 2 del plano, pero ya las piezas están cortadas, perforadas y pintadas con barrera en su totalidad. Se diseñó inicialmente a una distancia de 16mm de acuerdo al catálogo del proveedor, pero el aditamento de la cadena no llegó con la distancia entre perforaciones especificada en el catálogo del proveedor. (Adjunto envío la imagen del proveedor). Se emite una revisión para ajustar la pieza a la dimensión suministrada por el proveedor de la cadena.

Figura 35. Insumos comerciales imperfectos

Se solicitaron 60 unid de tornillos de ø 1 ¼" x 11" de longitud grado 8 y galvanizados. Los tornillos que se suministraron no cumplen con la longitud requerida, al momento de ser utilizados quedan cortos. El valor de dicha tornillería es de $ 2.110.080 los cuales son de fabricación especial.

Por causa del proveedor “payan” se encontraron que de 96 soportes “patín guía chasis”, 56 piezas de soporte se encontraron con rosca defectuosa, la cual no deja que el tornillo ingrese y haga su ajuste respectivo. En el transcurso de fabricación de la pieza se modifica las perforaciones de un tornillo de cabeza hexagonal a cabeza avellanado, para así evitar fricción de la banda.

Figura 36. Insumos comerciales imperfectos

Las brocas de marca HOUGEN duran menos, según manifiestan algunos operarios: -“estas se dañan en promedio cada mes, en comparación con las utilizadas hace dos años de la marca CUTTER las que tenían un tiempo de vida de tres meses.”.

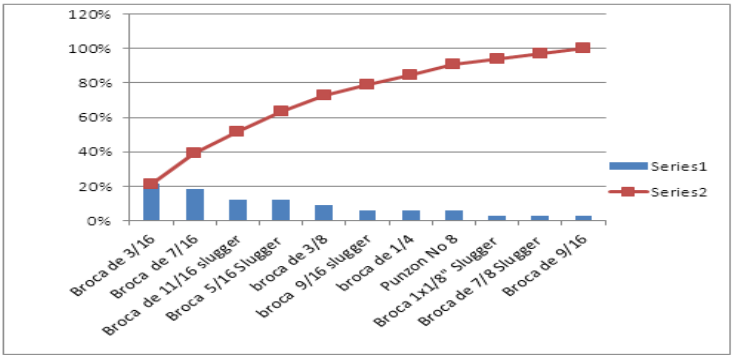
Evidencia 2. Las brocas que se utilizan actualmente para los taladros Slugguer son marca HOUGER, estas tienen un tiempo de vida de un mes. Las brocas que se utilizaban dos años atrás, marca CUTTER tenían un promedio de vida de tres meses.

Figura 37. Brocas para taladros Sluger

Las brocas que presentan un mayor deterioro en el periodo de junio-agosto de 2012, de acuerdo a los datos suministrados por el almacén en su formato de daños de herramientas son de 3/16". No es posible determinar el motivo de mayor daño de esta herramienta debido a que no se diligencia el formato de manera completa.

Figura 38. Frecuencia de deterioro de Brocas

equipo/ herramienta	frecuencia absoluta	ponderacion	total	participacion	frecuencia acumulada
Broca de 3/16	7	0,1	0,6	21%	21%
Broca de 7/16	6	0,1	0,5	18%	39%
Broca de 11/16 slugger	4	0,1	0,4	12%	52%
Broca 5/16 Slugger	4	0,1	0,4	12%	64%
broca de 3/8	3	0,1	0,3	9%	73%
broca 9/16 slugger	2	0,1	0,2	6%	79%
broca de 1/4	2	0,1	0,2	6%	85%
Punzon No 8	2	0,1	0,2	6%	91%
Broca 1x1/8" Slugger	1	0,1	0,1	3%	94%
Broca de 7/8 Slugger	1	0,1	0,1	3%	97%
Broca de 9/16	1	0,1	0,1	3%	100%
TOTAL			3,0		



Algunos operarios presentan debilidades en formación y competencia acerca de las características y propiedades de los materiales sobre los cuales van a realizar perforaciones, por lo que no toman la suficiente precaución al momento de perforar, incurriendo en daños de herramientas y materiales.

Evidencia 3. Realizando los avellanados y perforaciones en una de las tres platinas de UHMW no se tuvo la suficiente precaución de que el material es blando y la broca traspaso totalmente dicha pieza (platina de teflón UHMW); motivo por el cual está ya no sirve y se hace necesario reponerla.

Figura 39. Avellanado en una platina de teflón UHMW

- La base del taladro debe ubicarse fija en el material a trabajar antes de prenderlo, por lo que el área de cobertura donde se ubique el taladro magnético debe ser superior a la superficie de agarre del taladro. Esta recomendación es pasada por alto en el momento de realizar la operación, generando daños de brocas, de materiales y equipos.
- No se ha concientizado a los operarios en la manera que se debe utilizar las brocas-centro de los taladros Slugguer, ellos no tienen el debido cuidado en el momento de perforar para dar en el punto donde se hace el trazo y que demarca el centro de la perforación. Esta mala práctica genera perforaciones torcidas y daños en las brocas.

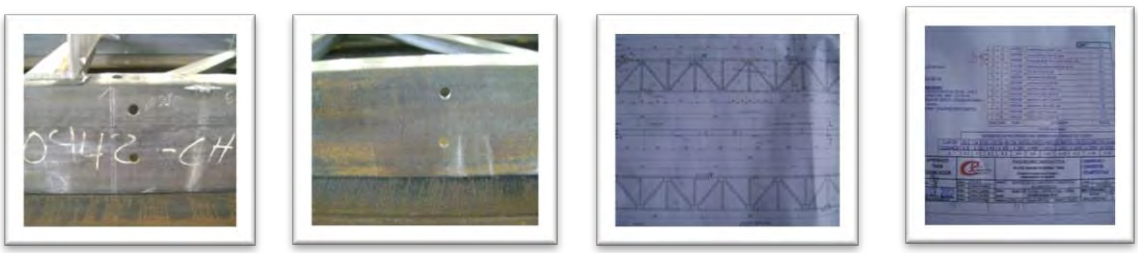
Evidencia 5. Los operarios no manifiestan cuidado con el uso de la herramienta. En el momento de utilizar los taladros Slugguer hacen malas prácticas y deterioren la herramienta antes de que cumpla su ciclo de vida.
En esta evidencia se muestra las condiciones en que se encuentra un taladro después de que se cae de la base de una viga, por un mal posicionamiento, mientras se realizan perforaciones.

Figura 40. Taladro Sluguer

- Deficiente notificación de modificación de los planos, entre los procesos de diseño y producción, debido a esta situación, se generan reproceso en el perforado de piezas, en ocasiones esto genera la utilización de horas hombre extras.

Evidencia 6. Sale nuevo plano de chasis banda BC 01 30942-ch073-100 r-3, donde muestra nuevas distribuciones de perforaciones para el soporte del skirt board, motivo por el cual toca tapar las perforaciones ya hechas y perforar nuevamente.

Figura 41. Error en perforaciones



Se cambió el diseño de la "manija y guarda del sistema de elevación" salen planos con revisión 2, y estas piezas ya se encontraban totalmente terminadas.

Sale Plano con revisión 2 de la manija del sistema de elevación.
Se observa la manija como se había fabricado inicialmente.

Sale Plano con revisión 2 de la guarda del sistema de elevación.
Se observa que la cadena alcanza a rozar en la guarda.

No existe un mantenimiento eficaz en los taladros, por lo que se generan “juegos” en el mandril de esta herramienta al momento de su uso, propiciando errores de calidad a la hora de realizar perforaciones. El mantenimiento preventivo no se cumple, solo se repara cuando se detecta un daño o no esta en funcionamiento, es decir se opta por el mantenimiento correctivo.

Evidencia 7. En los reportes de daños de las herramientas del año 2012 se evidencia una población de cuatro taladros dañados, en los reportes de daños se evidencia la falta de un mantenimiento preventivo para esta herramienta además del mal uso por parte de los operarios y el descuido, proporcionan la perdida de los accesorios de los taladros favoreciendo su deterioro.

Figura 42. Formato de reporte de daños de herramientas

Los operarios no utilizan cuidadosamente las brocas de los taladros Slugguer, que se evidencia en el daño de estos insumos aun estando nuevos. El inadecuado uso de los insumos de los taladros Slugguer (brocas) se evidencia en los constantes daños (se quiebran) de estas brocas nuevas por parte de los operarios, acarreando costos por productos mal utilizados y desabastecimiento de la herramienta para la planta.

Evidencia 8. Estas son brocas nuevas que se partieron por mal uso, lo que evidencia el uso inadecuado que hacen los operarios de los taladros Slugguer y las brocas, al no tener precaución en acondicionar el área de trabajo ni tener en cuenta las condiciones con que se debe trabajar.

Figura 43. Broca partida para taladro Sluger

Las maquinas herramientas que se encuentran dañadas como los taladros Slugguer son almacenados sin una disposición final, por periodos de tiempo de 10 meses. Existe también un taladro de mesa sin disposición alguna almacenado al lado de la cizalla desde hace un año, reduciendo el espacio de producción de la planta.

Evidencia 9. La herramienta dañada no presenta un fin definido dentro de la organización, se almacena por tiempos prolongados sin dar de baja de forma física ni en el sistema, utilizando espa
cios que podría ser útil para otro fin. En el momento existen dos taladros Slugguer en estas condiciones y diez pulidoras desde los meses de abril de 2012.

Figura 44. Almacenamiento de equipos dañados

El taladro de árbol con que cuenta la empresa actualmente se encuentra desajustado, por lo que en el momento de usarse este genera un movimiento vibratorio en la mesa y en el carro, lo que hace que la operación requiera de una mayor destreza por parte del operario.

Evidencia 10. El taladro de árbol con que cuenta la empresa esta desajustado, por lo que en el momento de usarse se genera un movimiento vibratorio en la mesa y el carro.

Figura 45. Deterioro de taladro de Árbol

Los ayudantes realizan labores como el afilado de brocas. Esto ocasiona perdida de herramientas y reproceso en la operación, por el desconocimiento de la manera correcta de realizar esta operación.

Evidencia 11. Los ayudantes no manifiestan conocimiento en el afilado de brocas, por lo que al realizar esta labor lo hacen de una manera equivoca.

Figura 46. Bocas deterioradas

Los operarios utilizan de manera inadecuada el taladro de árbol incrementando los tiempos de alistamiento de la operación y propiciando el deterioro de la máquina-herramienta, ellos no tienen conocimientos adecuados para usarlo.

Evidencia 12. A causa del desconocimiento que presentan los operarios en el momento de utilizar el taladro, en el mes de Octubre de 2012, en el momento de desbloquear el taladro para bajar la mesa rompen su sistema de elevación, al pasar por alto el bloqueo que tiene como mecanismo de seguridad en la mesa.

Figura 47. Taladro de Árbol

El mandril del taladro de árbol se encuentra descentrado, debido al tiempo de uso que tiene esta máquina. Esto genera errores de calidad al momento de realizar perforaciones.

Evidencia 13.El mandril del taladro de árbol se encuentra descentrado lo que propicia errores en las perforaciones, en el momento de realizar esta operación.

Figura 48. Mandril de Taladro de árbol

Los accesorios de trabajo utilizados en el taladro de árbol, (el mandril porta broca, el cono, la llave del mandril, y la prensa de banco) no tienen un lugar para su protección, y conservación, son dejados en el lugar de trabajo como se observa en la evidencia 14.

Evidencia 14. El taladro de árbol no tiene un lugar definido para sus accesorios lo que puede ocasionar la perdida de estos.

Figura 49. Accesorios para el taladro de árbol


En el momento de la avería o daño de un equipo de producción, los operarios no reportan esa novedad, no se evidencia una cultura de reportar los daños.

Evidencia 15. Se encontró al momento de ensamblar los rodillos de ø 2”, que sus ejes quedaban con mucho juego; se verifico el plano y se encontró que la medida del soporte del rodillo se había fabricado mal; con una ranura de 20mm cuando el plano pedía 12mm (ver foto), se encontró el error al momento de iniciar a ensamblar el equipo.

Figura 50.Perforaciones erróneas




Inadecuada interpretación y/o lectura de los planos por parte de los operarios, provocando perforaciones de diámetros erróneos, que son evidenciados en el ensamble de la pieza.

Evidencia 16. En el plano el ítem #3 nos muestra que tiene unas perforaciones de dimensiones 1 ¾”, por lo tanto quedó con una abertura muy grande y el rodillo seguidor quedo muy pequeño y quedó con juego.


A partir de la identificación de las problemáticas de la operación de corte se procedió a ponderar cada una de acuerdo al impacto que genera en el proceso productivo. Para esto se tuvo en cuenta el criterio de la estudiante como ingeniera industrial y la participación de personas claves de la organización en el área de producción que ponderaron de uno a cinco la relevancia de los problemas en el taller.

Las personas entrevistadas fueron:

- Auxiliar de producción.
- Operarios de planta.
- Participantes de control de calidad.
- Supervisor
- Jefe de mantenimiento.

5.4.6 Lluvia de ideas de los problemas en la operación de perforado.

Cuadro 19. Deficiencias en la Operación de perforado

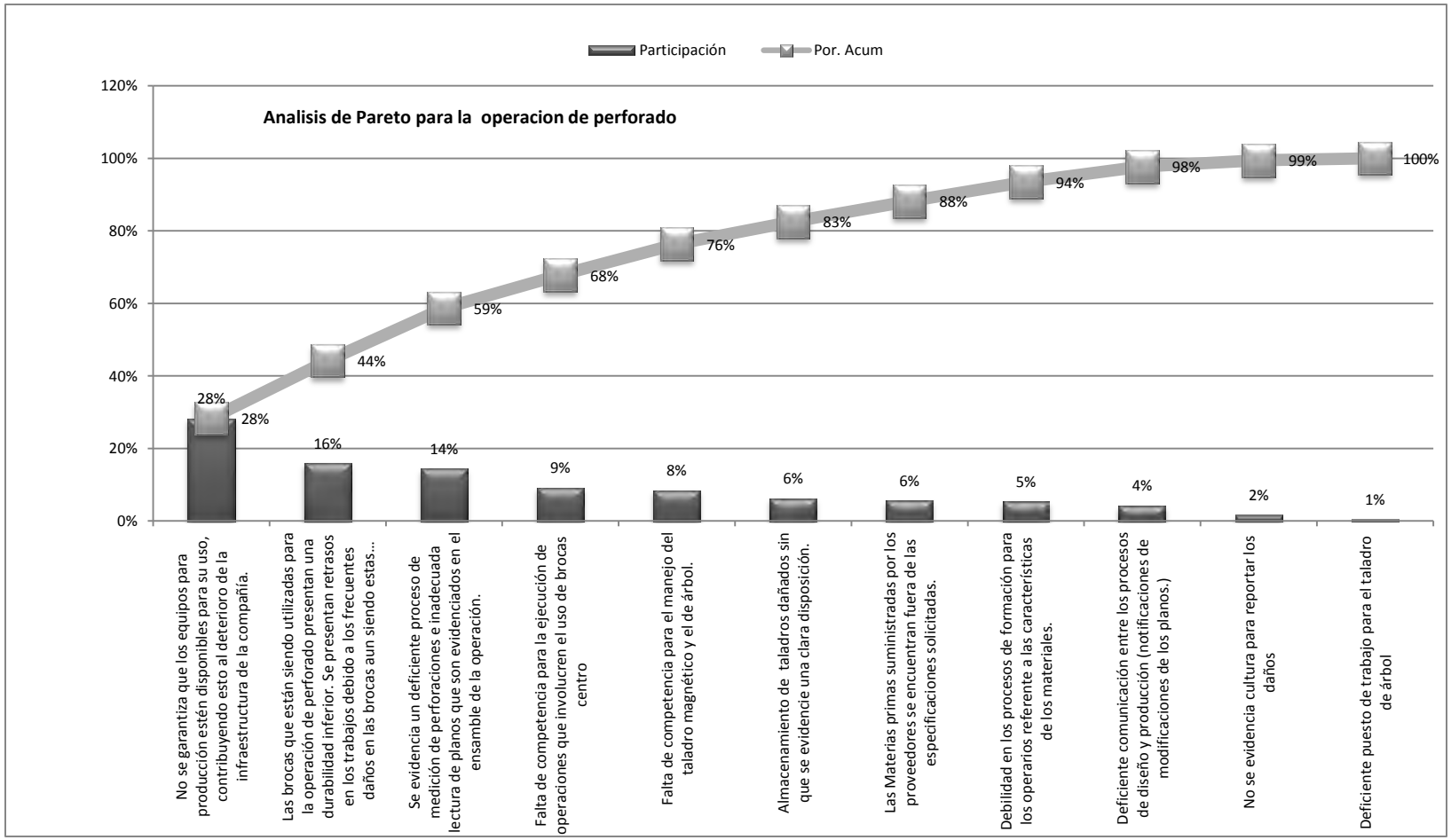
Problemas evidenciados	Ocurrencia	Ponderación (MEPRO)	Total	Participación	Por. Acum
a. No se garantiza que los equipos de producción estén disponibles para su uso, contribuyendo esto al deterioro de la infraestructura de la compañía.	50	16%	8	28%	28%
b. Las brocas que están siendo utilizadas para la operación de perforado presentan una durabilidad inferior. Se presentan retrasos en los trabajos debido a los frecuentes daños en las brocas aun siendo estas nuevas.	45	10%	4,5	16%	44%
c. Se evidencia un deficiente proceso de medición de perforaciones e inadecuada lectura de planos que son	41	10%	4,1	14%	59%

evidenciados en el ensamble de la operación.					
d. Falta de competencia para la ejecución de operaciones que involucren el uso de brocas centro	26	10%	2,6	9%	68%
e. Falta de competencia para el manejo del taladro magnético y el de árbol.	24	10%	2,4	8%	76%
f. Almacenamiento de taladros dañados sin que se evidencie una clara disposición.	22	8%	1,76	6%	83%
g. Las Materias primas suministradas por los proveedores se encuentran fuera de las especificaciones solicitadas.	10	16%	1,6	6%	88%
h. Debilidad en los procesos de formación para los operarios referente a las características de los materiales.	15	10%	1,5	5%	94%
i. Deficiente comunicación entre los procesos de diseño y producción (notificaciones de modificaciones de los planos.)	15	8%	1,2	4%	98%
j. No se evidencia cultura para reportar los daños	24	2%	0,48	2%	99%
k. Deficiente puesto de trabajo para el taladro de árbol	15	1%	0,15	1%	100%
	TOTAL		28,2		

5.4.7 Figura de Barras para la operación de perforado

El grafico representa visualmente la información plasmada en la tabla anterior.

Figura 51. Gráfico de barras para la operación de perforado



5.4.8 Definición de las causas de ineficiencia para la operación de armado

- En algunas ocasiones las piezas que resultan de operaciones anteriores al ensamble, (trazo, corte, perforado, plegado) no presentan las dimensiones requeridas por los planos, generando actividades repetitivas de ensamble, desensamble de piezas y reparación del error. Esto debido a que las inconsistencias se evidencian en el momento de ensamble.

Evidencia 1. Los errores que se pasan por alto en las operaciones anteriores al ensamble, como son corte, perforado y plegado, se evidencian en la operación de armado, por lo que esta se retrasa al desmontar las piezas que no coinciden en el ensamble general.

En el plano 30943-T017-A00, se cortó una lámina, 4 mm por encima de la medida, por lo que en el ensamble esta pieza no calzo en la tolva y se hizo necesario cortar estos 4 mm con el equipo de plasma además de esmerilarlo. Esta operación tomo un tiempo de 79.35 minutos en total. Actividad que empieza: Atornillar pieza en la tolva Actividad termina: Atornillar lamina en la tolva.

- Las esperas y colas por entrega de material se incrementan en la mañana donde se requiere alrededor de 45 min para que la materia prima se entregue con ayuda del montacargas.

Evidencia 2. Las esperas por entrega de material se evidenciaron en el análisis del proyecto 30943-TA017-A00, donde se hacía necesario esperar 45 minutos en mientras el almacenista entregaba la materia prima requerida para la realización de la operación de trazo de la lámina FORA, para esta operación se requería del montacarga. Es de considerar que la empresa cuenta con una orden de producción donde se registra este tiempo de espera improductivo. Del cual se extrajo datos para el año 2012, donde se resume la siguiente información.

Cuadro 19. Demoras por esperas de material durante el primer trimestre del año 2012

MES	PROMEDIO ESPERA POR MATERIAL (minutos)
ENERO	23
FEBRERO	40

MARZO	35
ABRIL	60
MAYO	0
JUNIO	0
JULIO	60
TIEMPO PROMEDIO	30.14 min/mes

Estos son los tiempos que registran los operarios en la orden de producción 1010.

- El método utilizado para demarcar las piezas que van a ensamble no resulta ser efectivo. Se evidencia que los errores en la demarcación de las piezas o el olvido de efectuar esta labor, genera demoras en la operación de ensamble, al utilizar tiempo en la búsqueda de las piezas cortadas, perforadas o plegadas. Esta situación es una fuente generadora de equivocaciones al utilizar las piezas inadecuadas por la similitud entre ellas. Las búsquedas conllevan un tiempo de 30 minutos en promedio.

Evidencia 3. En el plano 30952-ES055-A00, correspondiente al SILO atornillado de Ø4.2 m de alto y 4 Ton, del proyecto PLANTA DE MEZCLA Y MOLIENDA, se evidencio que en el momento de armar la riostra inferior frontal del Silo, se transportaron los tubos que correspondían al ensamble, pero que en su defecto no se encontraban marcados indicando el sub ensamble al cual pertenecían, por lo que al momento de no calzar en la estructura se prosiguió a verificar la medida de los tubos.

Esta operación requirió de:

- Verificar las medidas del tubo: 7 minutos
- Desplazarse para buscar de nuevo los tubos: 3 minutos
- Buscar el material correcto: 15 minutos
- Transportar el material nuevamente: 4.5 minutos

Tiempo total: 29 minutos.

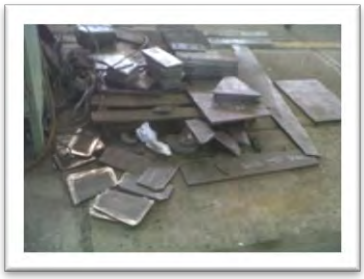
- El almacenamiento inadecuado de las partes que resultan de las operaciones de corte, perforado y plegado generan pérdidas de piezas, necesarias para la operación de armado, lo que dificulta el flujo continuo de las actividades propiciando búsquedas en el momento que se necesitan, además de reproceso al tener que construir las piezas que se han perdido, bien sea cortar, perforar o plegar nuevamente.

Evidencia 4. La disposición inadecuada de las piezas y olvido de la marcación de algunas propicia perdida de material cortado, plegado o perforado, porque estos errores en los procedimientos de marcar las piezas hace propenso en proceso a que dichas piezas se pierdan, y se haga necesario para los armadores fabricarlas de nuevo, consumiendo horas hombre y maquinaria.

En el plano 30943-TA017-A00, se evidencia como se genera un reproceso por la pérdida de piezas que ya han sido cortadas pero se han perdido cuando solo tienen dos días de almacenamiento.
Este reproceso requirió la necesidad de cortar las dos piezas de FORA nuevamente, lo que tomo un tiempo de 46.8 min en total.

- Se alista el material y la maquinaria: 12 min
- Se traza la Fora: 12 minutos por las dos piezas
- Se corta con plasma: =10 minutos para las dos
- Se esmerila la Fora: 9.25 minutos por las dos piezas
- Se transportan las piezas (desde zona materia prima, a zona armado): 3.5 min.

Figura 52. Inadecuada marcación de material en proceso



En ocasiones se generan pérdidas de las piezas cortadas, plegadas o perforadas, por su deficiente almacenamiento, lo que hace propensas a que se confundan con sobrantes y sean utilizadas en otra actividad. Con la aparición de los dos turnos se presentó una situación en donde los armadores utilizaban piezas que cortaba el otro turno para ellos.

- Los planos carecen de información clave necesaria para el proceso de armado, lo que genera errores en producción, demoras y tiempos extras por ausencia de instrucciones.

Evidencia 5.Cuando se disponían a cortar las láminas requeridas para fabricar el deflector de la tolva TA017, se encontraron con que el plano no especificaba la referencia de material que se requería.

Figura 53. Deficiencia de información en los planos

- Los planos generales de ensamble que genera diseño, utilizan tiempos prolongados para su elaboración, en ocasiones los proyectos son terminados paralelos en producción con el diseño del plano del ensamble general. Estos planos son necesarios para contar con una visión holística del proyecto la que se requiere para armar las estructuras, sin embargo es de tener en cuenta que el proceso de diseño proporciona a producción bosquejos de los ensambles generales, los cuales no brinda la información suficiente para ensamblar a cabalidad y genera dudas, que son necesarias aclarar posteriormente con el área de diseño.

Evidencia 6. Es evidente las esperas que se generan por los planos generales de ensamble, estos planos se pasan a producción cuando el equipo ya está listo para su despacho. Es de tener en cuenta que la operación de diseño proporciona un bosquejo de los planos para ensamble que es solicitado por producción, pero no cuentan con el plano general en el momento del ensamble.

Figuras 54. Tiempos y retrasos en la entrega de planos

Como se observa la figura, este es el plano de bosquejo, de la OP 30943 de Cemex, que se entregó el 15 de Marzo, por petición de producción para tener una idea de cómo ensamblar los equipos.

Como se observa en la siguiente imagen, el 6 de Mayo, se entrega el plano de ensamble general de la misma OP, ocho semanas después de haber entregado el bosquejo del plano, cuando la estructura ya está lista para despachar como se muestra en las siguientes imágenes.
Seis de mayo, estructura lista para embalar.

- Existen constantes desplazamientos que acarrean despilfarros en los tiempos productivos, dichos desplazamientos son repetitivos. Esta problemática se presenta por la disposición del espacio actual de la planta y es de tener en cuenta la planeación de taller de las operaciones por proyecto, así como_debilidades del diseño de los puestos de trabajo por la dificultad presente al definir zonas definidas para cada una de las operaciones. Los desplazamientos más repetitivos son causados por búsquedas o peticiones de herramientas para trabajar, que se

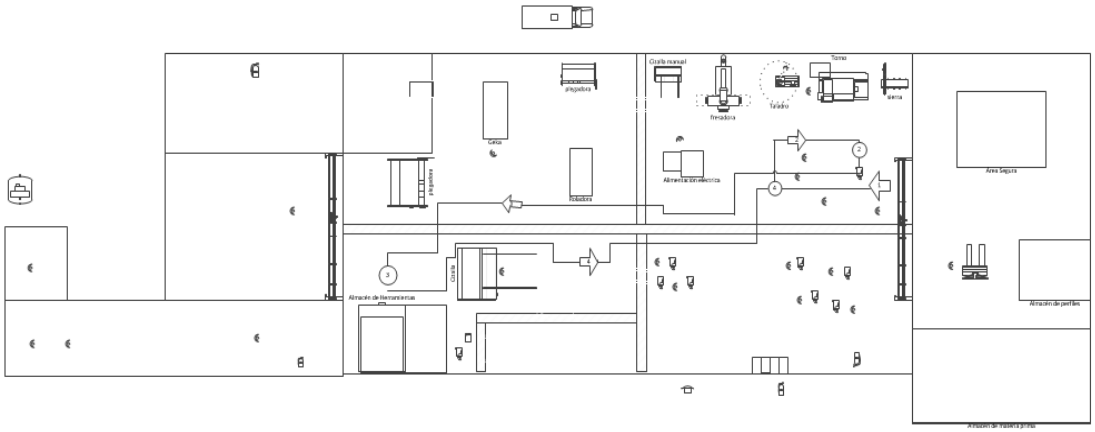
generan por el poco diseño del puesto de trabajo, debido a la variabilidad de los productos que se fabrican en la empresa, así como cambios de espacios al llevar a cabo las operaciones de ensamble que conlleva adaptar nuevos puestos de trabajo.

Evidencia 7. La deficiente planeación de taller propicia el descontinuo flujo entre las operaciones de armado. Esto se evidencia en el ensamble de una estructura donde las piezas son transportadas a 12 m, para que se les ponga la lámina fora, mientras ponen más fora a 48 m, de dicha zona, los oficiales argumentan que: “por el espacio que dispone la planta fue necesarios armar en dos zonas distintas” lo que hizo necesario largos desplazamientos de 12.55 minutos cada uno de (48 m) para reunir el material a ensamblar.

Como se muestra a continuación este es el recorrido que hacen las piezas antes de ser armadas.

Transporte1: Transportar las piezas a la zona de armado
Operación1: Iniciar a armar (poner la fora a las caras de la tolva) y los atizadores
Transporte2: a Soldar la Fora.
Operación2: Soldar la fora
Transporte3: Transportar las piezas a la segunda zona de ensamble, para poner atizadores.
Operación3: Armar, poner atizadores y Fora.
Transporte4: Transportar la piezas a la zona de ensamble.
Operación4: Armar la tolva.

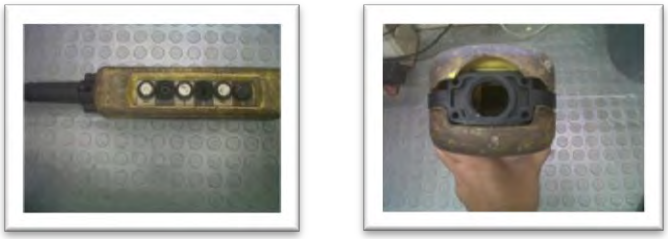
Figura 55. Diagrama de Recorrido de armado de tolva



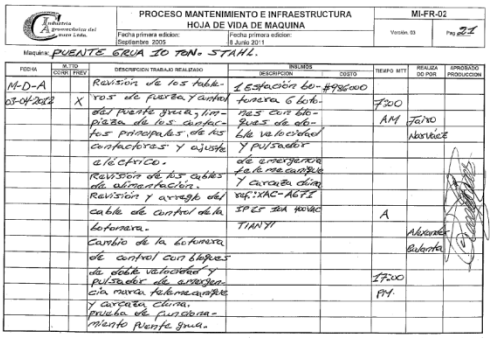
- Se evidencian debilidades en el uso del puente grúa existente en la planta de 10 y 3Ton.

Evidencia 8. Se evidencia el uso inadecuado del puentegrua por parte de los operarios, las botoneras que se compraron hace un año, se dañaron, mantenimiento expresa "-que estos daños se deben al mal uso de los equipos-", por el tiempo que duraron.

Figura 56. Botonera de puentegrua



Como se muestra en la hoja de vida de la maquina, la botonera se compro hace una año en el mes de Abril, y fue necesario cambiarla este año en el mes de Abril.



PROCESO MANTENIMIENTO E INFRAESTRUCTURA
HOJA DE VIDA DE MAQUINA

MI-FR-02 | Versión: 03 | Pag 21

Fecha primera edición: Septiembre 2005 | Fecha primera edición: 8 Junio 2011

Maquina: PUENTE GRUA 10 TON. STAHL.

FECHA	N. OT CORR	N. OT PREV	DESCRIPCION TRABAJO REALIZADO	INSUMOS DESCRIPCION	INSUMOS COSTO	TIEMPO MTT	REALIZADO POR	APROBADO PRODUCCION
M-D-A			Revisión de los tablero	1 Estación bo-	#495000			
03-04-2012		X	ros de fuerza y control	tonera 6 bot-		7:00		
			del puente grua, lim-	nes con bo-				
			pieza de los contac-	tones de do-		AM	JEINO	
			tos principales, de los	ble velocidad			NORDICE	
			contactores y ajuste	y pulsador				
			eléctrico.	de emergencia				
			Revisión de los cables	de la botonera				
			de alimentación.	y carrera clima				
			Revisión y arreglo del	ref: XAC-AG72				
			cable de control de la	3P25 SIA NEMA		A		
			botonera.	TIANTI				
			Cambio de la botonera				Alvarez	
			de control con bajas				Bulnota	
			de doble velocidad y					
			pulsador de emergen-			7:00		
			cia marca telemecanique			PM		
			y carrera clima.					
			prueba de funciona-					
			miento puente grua.					

- El puente grúa está constituido por un polipasto que permite el movimiento vertical del equipo (de arriba a abajo) el cual a su vez está formado por un motor, un rodillo, el cable de izaje y el gancho de esta máquina; y por el carro testero, que permite un movimiento horizontal (de este a oeste). Los operarios utilizan de manera inadecuada estos componentes del puente grúa, no tienen en consideración la adecuada utilización de la velocidad de este equipo, por lo que pasan por alto el hecho de iniciar usándolo desde una velocidad pequeña a una avanzada generando sobrecalentamiento del motor y desgaste del freno.

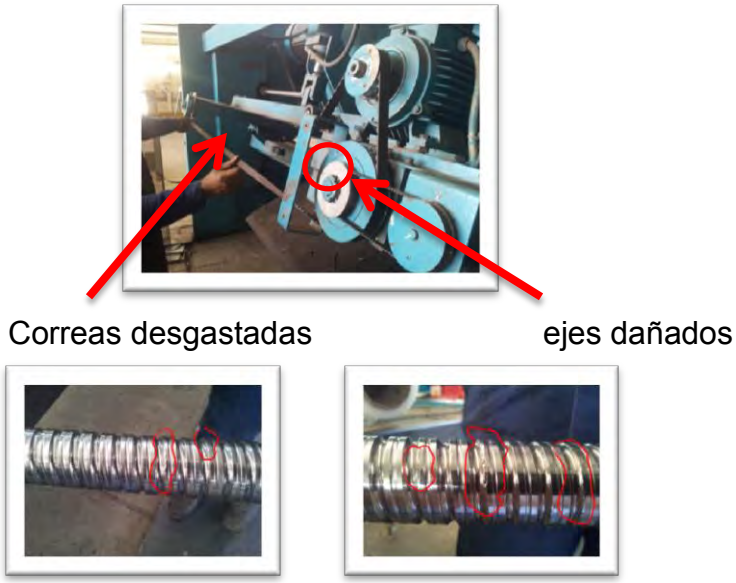
Evidencia 9. El puentegrua de 10 Toneladas, se encontró en reparación durante el mes de Abril y de acuerdo a lo registrado por los operarios durante un periodo

de 15 días, se puede determinar que en promedio, se perdía 76 minutos por la espera del puente, se ha podido evidenciar que este equipo genera un cuello de botella en la planta y es necesario mantenerlos en buen estado y en funcionamiento durante toda la jornada, para el eficiente flujo de la operación.

Mientras se hacia el seguimiento al proyecto de CEMEX, tolva mineralizada, se observó que la cizalla sufrió averías durante todo un día, y solo se logró reparar hasta el final de la jornada. La cizalla presentaba problemas en la cuchilla, tuvieron que meterse a los parámetros de la máquina, porque había unos que estaban borrados, ese día se detectó que estaba mal el potenciómetro y se cambió.

Se revisaron los sensores finales de carrera y el potenciómetro, esta revisión se hizo porque no se tenía ángulo de corte. Se cambió el potenciómetro y se recuperó el ángulo de corte. Los repuestos (Ejes y esferas de la mesa de tope) por parte de IMOCOM se esperan para la primera semana de mayo.
*NOTA: El potenciómetro no se había cambiado porque el técnico de IMOCOM no lo creía necesario.

Figura 57. Averías en la maquinaria



Los ejes que se muestran en la anterior figura pertenecen a la cizalla y permiten el movimiento automático de la máquina, estos están desgatados por lo que se está utilizando manualmente.

• La maquinaria no se encuentra disponible para su uso.
-El puente grúa de 10 Ton se encuentra en reparación y su ausencia ha generado colas por la espera del puente grúa en las diferentes operaciones donde se utiliza, propiciando la aparición de un cuello de botella para todo el proceso productivo.
-La cizalla se averió todo un día, obstaculizando el proyecto 30943-T017-A00, tolva que se le hacía seguimiento para su proceso de armado. 10,5 h de trabajo.
• Los oficiales de Armado incumplen con los requerimientos indicados por los planos y en ocasiones no realizan los ensambles con la debida precaución. Esto hace que se presenten fallas en la funcionalidad en las piezas incumpliendo con los requerimientos indicados por los planos. Practica que propicia fallas en la funcionalidad de las piezas.

Evidencia 10. Durante el ensamble general de la celosía de la banda BT01, se observa que en los módulos intermedios 1 y 2 quedaron unos ángulos armados con la pestaña en un sentido que no es el indicado por los planos, pudiendo ocasionar una falla en las tensiones de la celosía.

Figura 58. Celosías con ángulos al revés

• Actualmente se están utilizando los inventarios de materiales en proceso que se necesitan para el ensamble de las diferentes estructuras, como elementos de sujeción para el armado de otras, practica inadecuada que deteriora el producto en proceso al recibir operaciones necesarias en el armado para adaptar el material de sujeción.

Evidencia 11. Angulo girado en la cara inferior de la celosía intermedia módulo 2. Angulo girado en la cara inferior de la celosía intermedia módulo 1.
Se evidencia que los operarios están utilizando piezas en proceso (nuevas) como elementos de amarre para el armado de otras piezas, deteriorando así el buen estado del material y su buen acabado. Tales son los ejemplos:

1. Se utiliza ángulo de unión o de ensamble del skirt de la tolva para armar la tolva,(ángulos marcados y perforado)y sin embargo lo usan como elemento de amarre.(foto No 1 y 2)

2. Los ángulos de los chasis de pto. brisa(10 unid que se encuentran en planta) se han utilizado como elementos de amarre para ensamblar “X” piezas, estos se encuentran en mal estado(ptos de soldadura; excesos de pulidora en ellos que los han deteriorado), y eso que dichos elementos están marcados con numero de OP y todo.(foto No 3, 4 y 5).

Angulo de unión del skirt de la tolva utilizado como elemento de amarre en la tolva. Se encuentra perforado lo que hace aún más evidente que es un elemento en proceso de fabricación (foto No 1). El ángulo en su posición ideal (marcado) quedo de amarre en la foto No 1 y se deteriorara para cuando se necesite en el equipo correspondiente (foto No 2).

Ángulos de puerto brisa utilizados como elementos de amarre; y eso que están marcados y se evidencia que son elementos en proceso (foto 3).
Se observa el ángulo perforado; marcado con OP; lo que indica que es un Angulo donde se evidencia el deterioro excesivo por la aplicación de pulidora elemento en proceso y a pesar de esto se utiliza para amarrar en el momento de ensamble de la pieza “x”.

- Debilidades en el cuidado y manipulación de las matrices. Lo cual se demuestra en la toma de datos hallados en calidad, se evidencia la corrección de plantillas por parte de los operarios a causa de un descuido en las medidas al momento de armar. Evidencia el montaje de un chasis de 33” tiene un tiempo aproximado de una semana de armado, si este queda mal, la corrección de dicho chasis tiene un tiempo aproximado de tres semanas.

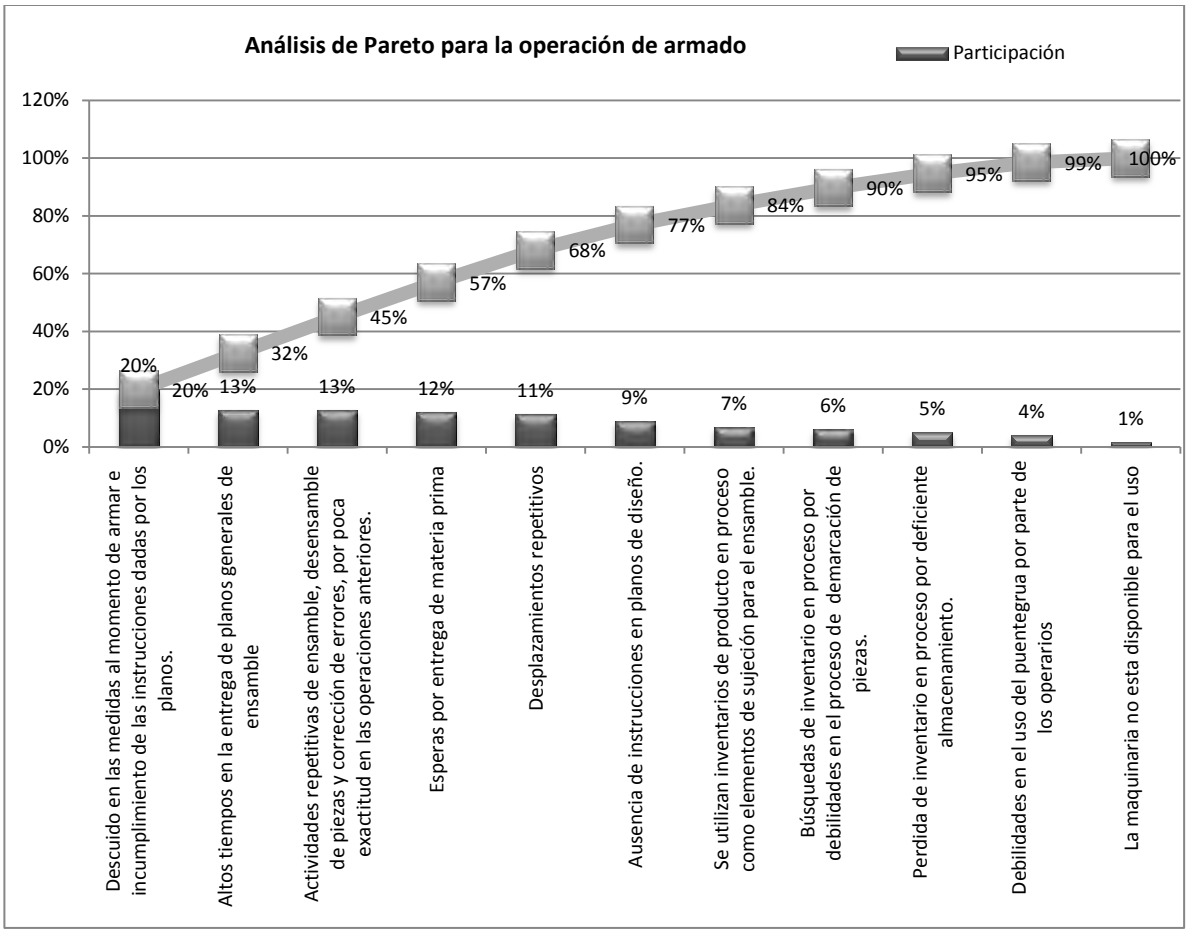
5.4.9 Lluvia de ideas de los problemas de la operación de armado

Cuadro 20. Deficiencias en la operación

Causas identificadas de improductividad	Ocurrencia	Ponderación	Total	Por. Acum
a. Descuido en las medidas al momento de armar e incumplimiento de las instrucciones dadas por los planos.	19	14%	2,66	20%
b. Altos tiempos en la entrega de planos generales de ensamble	13	13%	1,69	32%
c. Actividades repetitivas de ensamble, desensamble de piezas y corrección de errores, por poca exactitud en las operaciones anteriores.	12	14%	1,68	45%
d. Esperas por entrega de materia prima	16	10%	1,6	57%
e. Desplazamientos repetitivos	15	10%	1,5	68%
f. Ausencia de instrucciones en planos de diseño.	13	9%	1,17	77%
g. Se utilizan inventarios de producto en proceso como elementos de sujeción para el ensamble.	10	9%	0,9	84%
h. Búsquedas de inventario en proceso por debilidades en el proceso de demarcación de piezas.	9	9%	0,81	90%
i. Perdida de inventario en proceso por deficiente almacenamiento.	11	6%	0,66	95%
j. Debilidades en el uso del puente grúa por parte de los operarios	13	4%	0,52	99%
k. La maquinaria no está disponible para el uso	20	1%	0,2	100%
	TOTAL	13,39		

5.4.10 Figura de barras para la operación de armado

Figura 59. Gráfico de barras para la operación de armado



5.4.11 Definición de las causas de ineficiencia para la operación de soldadura.

- La aplicación inadecuada de soldadura que se presentan en la planta genera socavados en las piezas, debido a:

• Uso del electrodo inadecuado
• Manipulación incorrecta de la maquinaria
• Arco muy intenso
• Velocidad inadecuada.
• Exceso de calor y
•Utilización de un elevado amperaje.

Evidencia 1. Socavados en las piezas. Las no conformidades revelan que se evidencian piezas soldadas con mal aspecto las cuales presentan socavado (fotos 1 y 2). Nota: cabe anotar que dichas soldadura fueron aplicadas en el turno de la noche y no hay ni supervisor de soldadura ni asistente de control de calidad.

Figura 60. Socavados en soldadura

Foto 1. Presenta un socavado excesivo, se puede observar que destrozo el borde del ángulo (brochal) al aplicar la soldadura a la viga.
Foto 2. Presenta un socavado excesivo, se puede observar que destrozo el borde del ángulo (brochal). La aplicación de soldadura para unir las cartelas de empalme en lamina de 9mm con la canal de 10'' se observa socavado, defecto que se presenta por aplicación de soldadura con un amperaje elevado para le necesidad.

Cartela con socavado, destrozada en el borde. El socavado se genera cuando se calienta tanto la pieza que se derrite una parte de esta con el calor de la misma soldadura. Foto 3. Presenta excesivo corte en la viga, lo que puede ocasionar que el material se fatigue por el mal corte realizado y adicional no se repara antes de soldar.

Figura 61. Error en corte de Viga

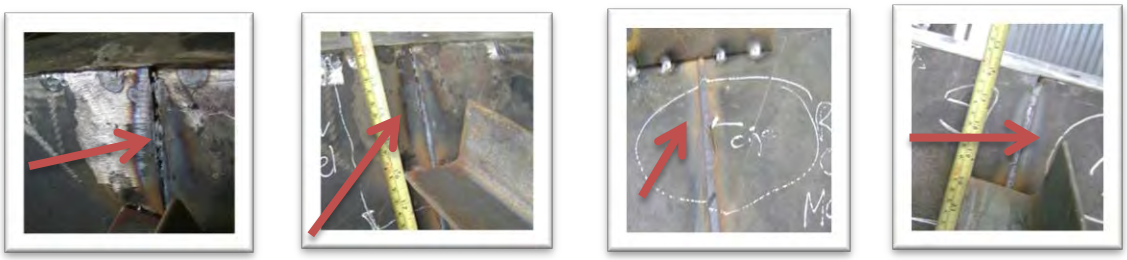
Foto. Se observa un mal corte en la viga, el cual puede ocasionar que el material se fatigue a causa de dicha fisura, la cual no se repara antes de soldar.

- Debilidad técnica para la preparación de las juntas de soldadura; por parte de los oficiales de armado encargados de esta labor, lo que se presenta por el desconocimiento de la simbología técnica de soldadura presente en los planos. Esto genera que los biseles necesarios para la operación no tengan las dimensiones requeridas por los planos.

Evidencia 3. En las imágenes mostradas abajo, se observa que una porción de la soldadura de la sección cónica del silo faltó penetración y fusión, se puede presentar por un bisel demasiado cerrado, en el hombro del cordón raíz. Electrodo de diámetro excesivo, corriente de amperaje escaso. En otro cordón del mismo silo, también se observa la total falta de fusión en un tramo de 20mm. Este es uno de los defectos internos más serios que puede haber en una soldadura. Se produce cuando el electrodo o material de aportación fundido cae sobre el material base sin conseguir el fundido. Puede ocurrir en soldaduras a tope y en soldaduras en ángulo.

Cuando un equipo tiene soldadura por ambos lados, no implica que la soldadura de raíz, pueda tener errores como los evidenciados.

Figura 62. Ausencia de penetración y fusión en la soldadura



- Ausencia de fusión en tramos de la soldadura, lo que se da por diferentes causas como:

-Utilizar la intensidad de corriente inadecuada para la aplicación de algunos cordones.
-Utilizar una inclinación inadecuada del arco.
-Debilidad de capacitaciones a los soldadores para efectuar el trabajo.

- El puentegrua en mal estado, propicia demoras y esperas en las actividades de soldadura con tiempos en promedio de 16,33 Min.
En esta operación se utiliza excesivamente este equipo ya que se requiere una manipulación de piezas grandes a ser soldadas.

Evidencia 5. El daño que sufrió el puentegrua de 10 Ton durante el mes de Abril, propicia la aparición de colas y esperas en el uso del puente de 3 Ton, el cual también sufre daños en algunas ocasiones. Este equipo lo utilizan todas las operaciones de la planta por el tamaño de piezas que se fabrican en la compañía. En la operación de soldadura se utiliza gradualmente debido a que con este equipo se manipulan las piezas grandes que necesitan moverse para ser soldadas.

Es evidente que este equipo es el generador actual de cuellos de botella y que propicia esperas y demoras en el proceso, además de demostrar el deficiente cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo que trae como consecuencia desabastecimiento de maquinaria en la planta y paros constantes en la producción.

- Existe penetración defectuosa en tramos de soldadura, esta se produce si el chaflán de la soldadura no está totalmente lleno o cuando el contacto entre el metal base y el metal de aportación no está completo en toda su superficie. La unión defectuosa se genera por la deficiente destreza del soldador, inadecuados proceso de autorrevision por parte del soldador y mala preparación de juntas.

Evidencia 6. Se encontró que en la Inspección de líquidos penetrantes reporte número: 30952-013 OP 30952, del 23-FEB 2013 del Equipo Modulo cónico 1, arroja que la soldadura presente en esta pieza tiene una penetración defectuosa.
En este caso la complejidad de la pieza no permitió ni facilito al soldador darle la profundidad requerida al cordón, ya que esta pieza en particular no solicitaba un bisel para aplicar la soldadura, por lo tanto la habilidad del soldador fue insuficiente y la inspección de su trabajo inadecuada, pues este defecto es posible de ser detectado mediante una inspección visual.

La descripción de lo encontrado en la prueba de líquidos penetrantes por parte de los supervisores de calidad es la siguiente: -"En la pega longitudinal en el cuerpo llegando a la brida, se encontraron amarres, no se había soldado, y la penetración fue defectuosa"-.

- Deficiente planeación en las inversiones de maquinaria. En la actualidad la planta cuenta con una maquina disponible para realizar soldadura por arco sumergido SAW, que se ha utilizado porque este tipo de soldadura es útil para producto en serie y cordones largos, tipo de soldadura que no se ha requerido y no es común en la empresa.

Es de considerar que los tiempos utilizados para el alistamiento de esta máquina son altos, por lo que para soldar cosas pequeñas, cordones cortos y cosas no repetitivas, no se amerita su preparación.

Se evidencia actualmente que el equipo no tiene uso alguno y solo ha sido utilizado una vez como prueba para soldadura en los últimos 3 años.

Evidencia 7. La máquina de soldadura por arco sumergido Armada 1250 K, Thryristor DC SAW power Source, solo se ha utilizado en 3 años para realizar una prueba de tipo experimental, debido a que este tipo de soldadura no se requiere en la empresa porque esta es especial para cordones largos y productos en serie.

Figura 63. Máquina para soldar por arco sumergido

Las ventajas que trae este tipo de equipo son:

- Altas tasas de deposición
- Alta penetración
- Alto Factor de Operación
- Soldaduras de bajo contenido de hidrógeno
- Altas velocidades de soldadura
- Buena apariencia del cordón

- Excelente calidad de soldadura

En cuanto a las desventajas se presenta:

- Portabilidad (requiere de un fundente externo)
- Soldadura plana u horizontal, solamente (debido a que el fundente trabaja por gravedad)
- Es necesario un adiestramiento en el proceso
- Se requieren uniones cerradas
- El fundente es abrasivo y desgastará partes de equipos automáticos
- El fundente necesita de un buen almacenamiento y protección
- Crea escoria.

- En el momento existen dos máquinas para soldar dañadas enfrente de la cizalla, rodeadas de materia prima. Esta maquinaria se encuentran dañadas sin opción de reparación hace cuatro meses, sin un fin definido en la compañía y ocupando espacio.

Evidencia 8. Equipos de soldadura dañados y sin fines definidos.

Figura 64. Equipos de soldadura dañados

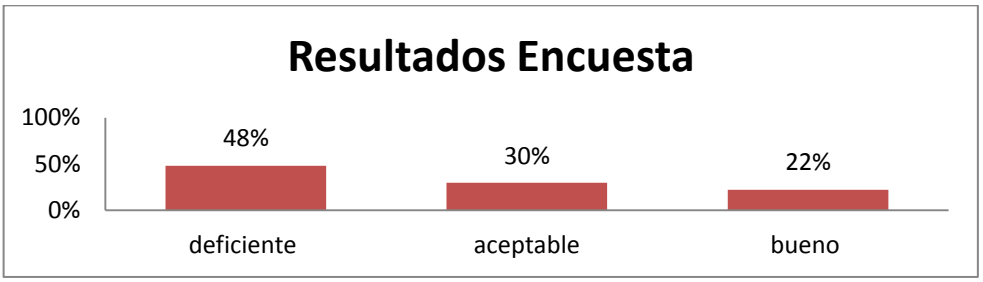
- Se evidencian debilidades en el proceso de capacitación acerca de la interpretación de la simbología de soldadura al personal involucrado en la preparación de juntas para esta operación, directamente los oficiales de armado. Este proceso se ha llevado a cabo paulatinamente y en forma práctica, por parte del supervisor de soldadura, pero se hace necesario formalizarlo con instructivos que hagan constancia de este proceso.

Evidencia 9.Se evidencia la ausencia de conocimientos claves para la preparación de juntas de soldadura, como se puede observar en los resultados de la evaluación diagnostica, que se le realizo a los oficiales encargados del armado de estructuras, los cuales se encargan de realizar la preparación de juntas de soldadura.

Se realizó una evaluación diagnostica a una muestra de doce operarios de la planta encargados de la preparación de juntas para soldadura, con el objetivo de obtener información parcial referente al conocimiento con que cuentan en relación con la simbología básica de soldadura, necesaria para la preparación de juntas.
Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Cuadro 21. Resultados de la evaluación acerca de simbología de soldadura

resultados	fracción		% acumulado
Deficiente(<3)	6	deficiente	46%
Aceptable(4)	4	aceptable	31%
bueno (>4)	3	bueno	23%
total	13		



Deficiente (<3)
Aceptable (4)
Bueno (>4)

Se pudo concluir que el 48% de los operarios encargados de preparar juntas, no presentan los conocimientos necesarios en cuanto a la simbología de soldadura que se requiere en esta actividad, el 30% presentan conocimientos aceptables y el restante 22% tienen los conocimientos necesarios (buenos) para la preparación de juntas.

Nota: La evaluación diagnostica se le realizo a los supervisores Juan Carlos Polo , Ebert Achico y Gerardo Martínez los cuales obtuvieron valores buenos (5 de 6 preguntas buenas).

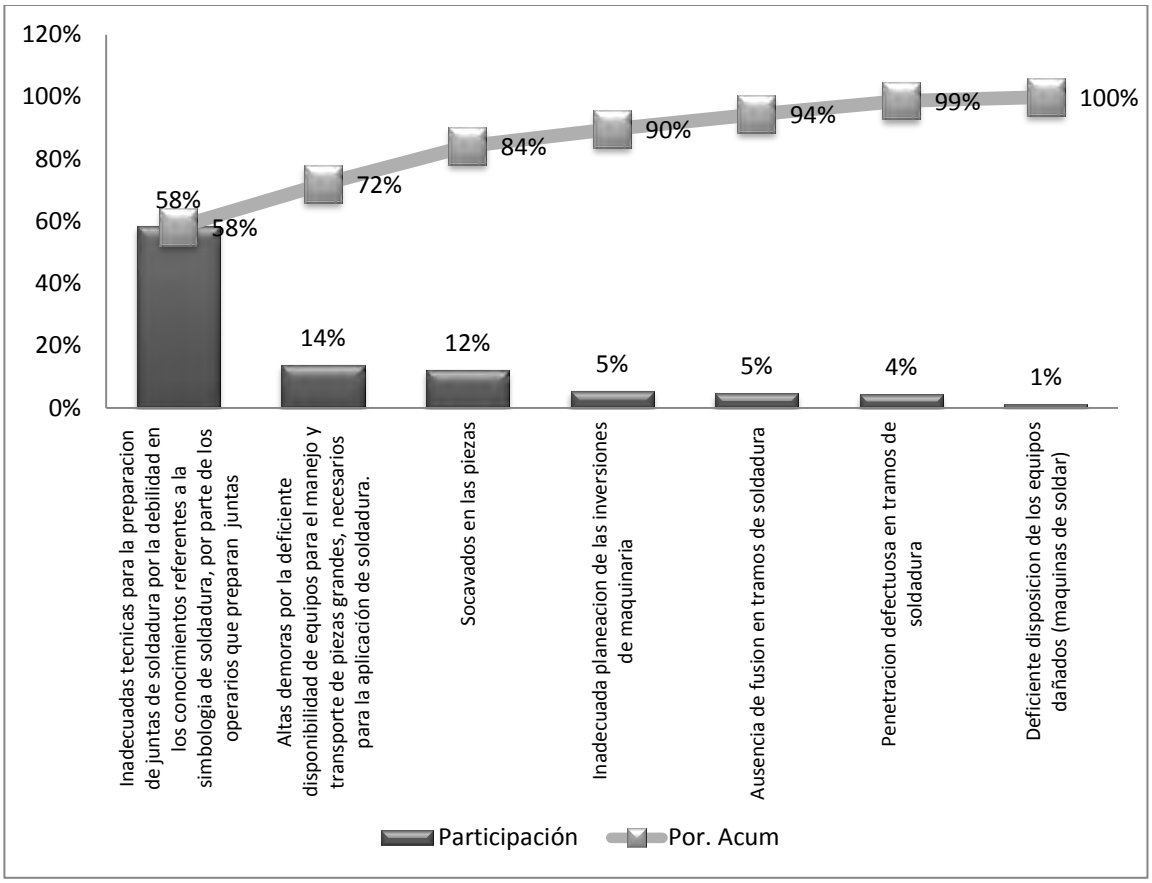
5.4.12 Lluvia de ideas de los problemas de la operación de soldadura

Cuadro 22. Deficiencias en la operación de soldadura

Problemas de improductividad	Ocurrencia	Ponderación	Total	Participación	Por. Acum
a. Debilidad en los conocimientos referentes a la simbología de soldadura, se evidencia en la preparación de las Juntas de soldadura	43	0,2856	12,2808	58%	58%
b. Tiempos muertos de producción debido a que no se encuentran disponibles los equipos para el manejo y transporte de piezas grandes, necesarias para la aplicación de soldadura.	29	0,1	2,9	14%	72%
c. Socavados en las piezas	9	0,2856	2,5704	12%	84%
d. Inadecuada planeación de las inversiones de maquinaria	23	0,05	1,15	5%	90%
e. Ausencia de fusión en tramos de soldadura	7	0,1428	0,9996	5%	94%
f. Penetración defectuosa en tramos de soldadura	7	0,13	0,91	4%	99%
g. Deficiente disposición de los equipos dañados (máquinas de soldar)	28	0,01	0,28	1%	100%
	TOTAL	1	21,0908		

5.4.13 Figura de barras para la operación de soldadura.

Figura 65. Diagrama de barras para la operación de soldadura



5.4.14 Definición de las causas de deficiencia para la operación de pintura

- La zona de almacenamiento de producto terminado, está siendo insuficiente, por lo que se hace necesario la utilización de zonas que no son las adecuadas para esta operación debido a su accesibilidad o por que reducen espacios productivos.

Evidencia 1. La ausencia de un espacio para el producto terminado, obliga a buscar lugares alternativos, para su ubicación. Sin embargo estos pueden resultar no ser los más aptos para el adecuado almacenamiento y manipulación de las piezas, debido a que los suelos de este espacio, como los que se muestra en la figura, no son aptos para el uso del montacargas necesario para movilizar dichas piezas.

Figura 66. Almacenamiento inadecuado de producto terminado



Esta foto nos muestra la adaptación de los espacios para el producto terminado. Este producto debe ser pasado por sand blasting y se encuentra en lista de espera de 2 meses para esto.

- La bodega del almacén general, cuenta con materia prima y materiales sobrantes sin un uso previsto, lo recomendable es tener solo lo que se necesita, en la cantidad necesaria y cuando se necesite. Estos materiales no están clasificados, por lo que su almacenamiento en este momento es una actividad improductiva.

Evidencia 2. El área de caja de materiales existe 2 motores para motobomba dañados y los cuales no se utilizan, dos plantas eléctricas. Y material recuperado que no tiene un fin definido sin ninguna clasificación.

Figura 67. Equipo Dañado




Motobombas dañadas.




- Existe un deficiente almacenamiento de producto terminado, así como el cuidado que se tiene para el embalaje de las mismas, ya que propicia el deterioro de las piezas y su acabado.

Evidencia 3. Se presenta actualmente un deficiente almacenamiento de producto terminado. Cuando el producto terminado se almacena no se están colocando los respectivos tramos de madera en medio de este producto, para que las piezas no queden juntas y ocasionen rayones en el momento del embalaje.

Figura 68. Almacenamiento de producto terminado

Como se observa en la figura el producto terminado tiene una inadecuada disposición final de almacenamiento, esto ocasiona torceduras en las cartelas como se presentó en este caso.

- En el área de caja de materiales existen elementos almacenados, los cuales no tienen fines definidos y ocupan espacios que podrían ser utilizados para almacenar producto terminado. En este lugar existen también materiales que se consideran chatarra pero que se almacenan por periodos de hasta 3 meses.

- Se ocupa espacio productivo de la planta para la actividad de cargue. El recorrido del puente-grúa es limitado, situación que propicia que las actividades de la planta se paralicen cuando ocurre el proceso de cargue, bien sea por la necesidad de movilizar estas piezas a la zona de materia prima, donde regularmente se realiza esta actividad, o cuando se realiza el cargue en los pasillos de la planta debido a la necesidad de montacargas.

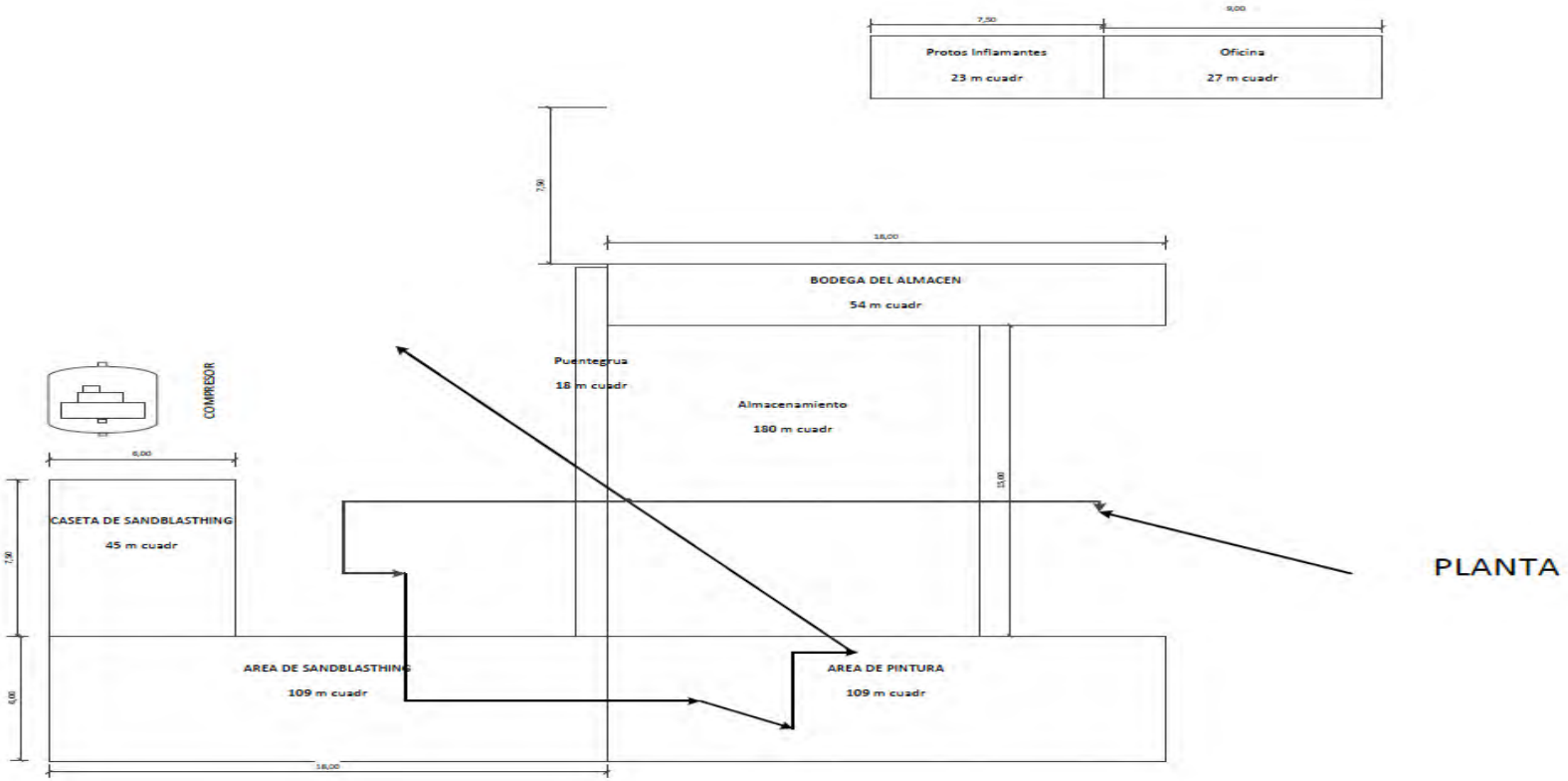
Evidencia 5. La zona de cargue ocupa espacio productivo de la planta, provocando que las operaciones productivas se detengan cuando esta operación se lleva a cabo.

Figura 69. Zona de cargue inadecuada

- Se dificulta el flujo continuo de la operación de pintura Sand blasting y almacenamiento de producto terminado por las debilidades en la distribución de puestos de trabajo en esta área de la planta, esto se evidencia en el lay-out de esta zona y el tiempo de transporte y manipulación de piezas que requiere el conjunto de estas tres operaciones que es en promedio de 3,07 min.

Evidencia 6. El flujo de la operación de sand blasting, pintura y almacenamiento de producto terminado, no es continuo debido a las debilidades de distribución de los puestos de trabajo en esta área. Como se puede ver en la figura 1, “Diagrama de recorrido de la zona de sand blasting y pintura”.

Figura 70. Diagrama de recorrido de la zona de sand blasting y Pintura Estado actual



- Se evidencia debilidad en la administración de las estanterías de la Bodega de Material Recuperado que es donde se almacena el material sobrante. Este espacio ya ha excedido su capacidad, esto está generando arrumes de materiales, debido a que los operarios piensan que algo de esto puede ser útil para un futuro.

Evidencia 7. La debilidad de la gestión de la estantería de material recuperado es deficiente, lo que propicia la acumulación de materiales de la planta, alrededor de las máquinas y en los pasillos como se observa en la figura.

Figura 71. Estantería de material recuperado

- Deficientes e incompletos acabados de soldadura y ausencia de un adecuado proceso de esmerilado para las piezas que se dirigen a pintura, que se evidencian en la apariencia del producto.

Evidencia 8. Acabados de soldadura y deficiente esmerilado.

- Acabados incompletos de soldadura
- Aplicación de pintura en algunas piezas que no están bien pulidas.
- En el proceso de embalaje se retiran las piezas sin cuidado y las están "rayando".

Figura 72. Descuido en la pintura del material

- Necesidad de un tacho (tanque de preparación para la pintura), en los momentos donde se esté realizando operaciones que requieren de la utilización de dos tipos de pinturas diferentes. Esto incrementaría la capacidad productiva de esta estación de trabajo.

Evidencia 9.Se evidencia la necesidad de un tacho de pintura con el objetivo de aumentar la capacidad de la operación, en momentos que se requiere la utilización de dos diferentes especificaciones de pintura, está la limitante que solo hay un tacho para su preparación.

Figura 73. Tacho para pintura

- Existencia de estructuras sin utilización alguna desde hace diez años, la presencia de un tanque que fue fabricado como reserva para gasolina de la planta eléctrica, que no ha sido usado desde que se fabricó hace diez años, ocupa espacio. Alrededor de este tanque existen materiales y objetos que no tienen ningún uso definido. Como es el caso de una estructura que lleva el mismo tiempo sin que sea utilizada.

Evidencia 10. Existen estructuras que no se usan hace diez años, como el tanque de almacenamiento de ACPM, en la zona de ubicación del producto terminado y la estructura del cliente CIAMSA.

Figura 74. Estructuras sin un fin definido

- No se inspeccionan las piezas en las operaciones anteriores, por tal razón en la operación de pintura se presentan reprocesos, (como porosidades y ausencia de soldadura).

Evidencia 11. El suelo del área de pintura dificulta la movilización de los equipos que allí se utilizan, como las máquinas de soldar para dar los últimos acabados y el compresor de pintura, lo que hace necesario de esfuerzos adicionales para mover estas herramientas.

Figura 75. Suelo del área de pintura

5.4.15 Lluvia de ideas de los problemas de la operación de pintura

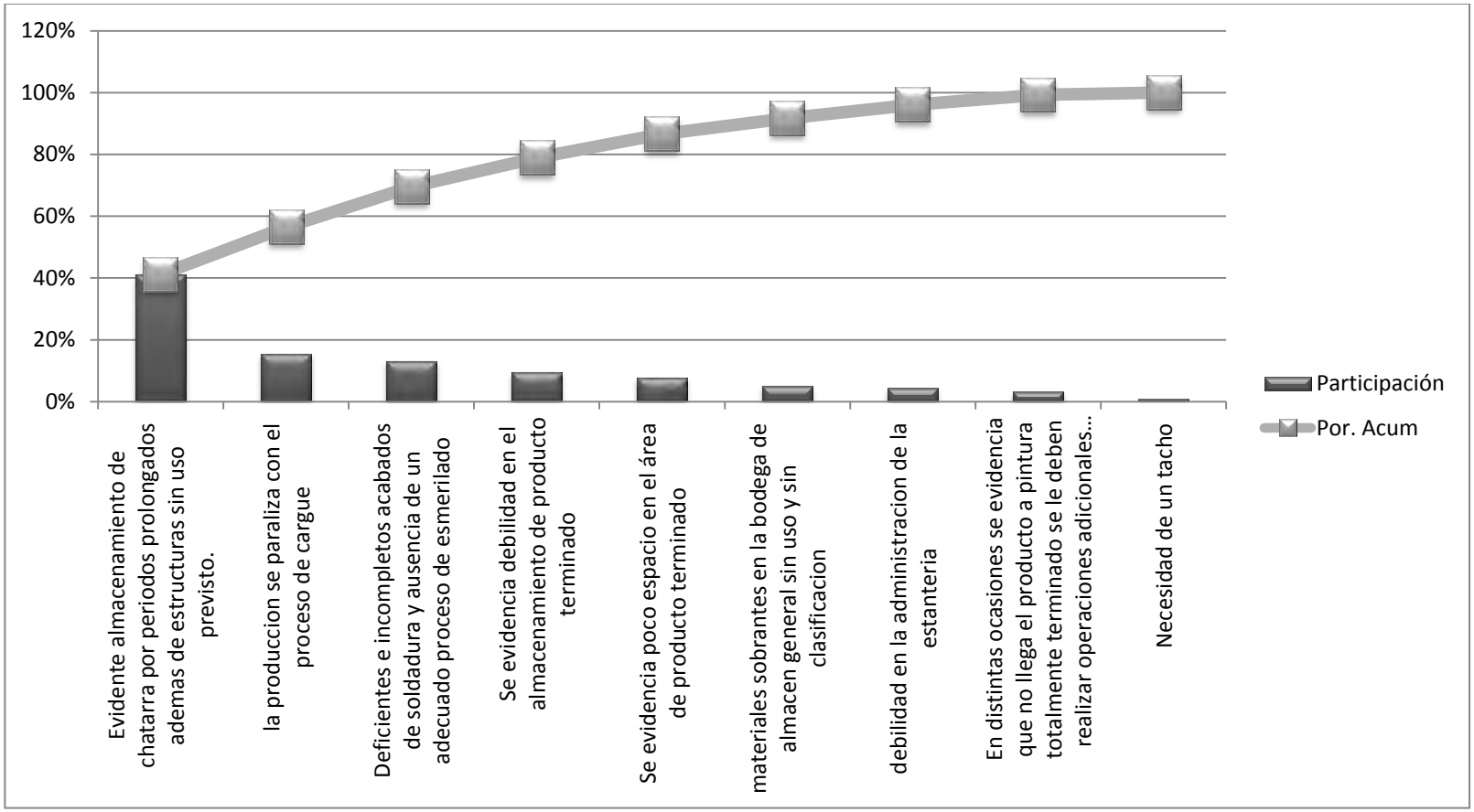
Cuadro 23. Deficiencias en la operación de pintura

Causas identificadas de improductividad	Ocurrencia	Ponderación	Total	Participación	Por. Acum
a. Evidente almacenamiento de chatarra por periodos prolongados además de estructuras sin uso previsto que reduce el área productiva de pintura.	35	0,22	7,5	41%	41%
b. La producción se detiene con el operaciones de cargue.	17	0,17	2,8	15%	57%
c. Deficientes e incompletos acabados de soldadura y ausencia de un adecuado proceso de esmerilado.	16	0,15	2,4	13%	70%
d. Se evidencia debilidad en el almacenamiento de producto terminado, deteriorando los acabados de pintura de los mismos.	13	0,13	1,7	9%	79%
e. Se evidencia poco espacio en el área de producto terminado.	17	0,08	1,4	8%	87%
f. Materiales sobrantes en la bodega de almacén general sin uso y sin clasificación	14	0,07	0,93	5%	92%
g. Debilidad en la administración de la estantería.	16	0,05	0,8	4%	96%
h. En distintas ocasiones se evidencia que no llega el producto a pintura totalmente terminado se le deben	6	0,1	0,6	3%	99%

realizar operaciones adicionales (como soldado). Por las características del terreno se presenta dificultad en el transporte de las maquinas.					
i. Necesidad de un tacho	4	0,03	0,13	1%	100%
	TOTAL		18,43		

5.4.16 Figura de barras para la operación de pintura

Figura 76. Diagrama de barras para la operación de pintura



A continuación, se enumeran los principales problemas que generan ineficiencias productivas en el taller de Inagromecanica LTDA, los cuales se han derivado de las ponderaciones más altas, asignadas a los problemas que se presentan en cada una de las operaciones (corte, perforado, armado, soldadura y pintura) que forman el proceso productivo actual de la empresa. Los porcentajes que se presentan en este caso corresponden a la ponderación individual que se le atribuyo en cada operación a la oportunidad de mejora tratada.

Cuadro 23. Resumen de análisis del problema

PROBLEMAS	participación
1.Debilidad en los conocimientos referentes a la simbología de soldadura, se evidencia en la preparación de las Juntas de soldadura	58%
2. Evidente almacenamiento de chatarra por periodos prolongados además de estructuras sin uso previsto que reduce el área productiva de pintura.	41%
3. El puente grúa y montacargas, son de vital uso para la operación de corte, regularmente están averiados, generando largos tiempos ocioso por espera de montacargas y puente grúa.	37%
4. No se garantiza que los equipos de producción estén disponibles para su uso, contribuyendo esto al deterioro de la infraestructura de la compañía.	28%
5.Cola de producto y retrasos en la producción debido a la falta de mantenimiento del equipo de oxicorte, además de debilidad en el proceso de seguimiento y verificación (Accesorios de oxicorte)	22%
6. Las brocas que están siendo utilizadas para la operación de perforado presentan una durabilidad inferior. Se presentan retrasos en los trabajos debido a los frecuentes daños en las brocas aun siendo estas nuevas.	16%
7. La producción se detiene con el operaciones de cargue.	15%
8.Debilidad en el cumplimiento del mantenimiento preventivo de la cizalla	14%
9. Se evidencia un deficiente proceso de medición de perforaciones e inadecuada lectura de planos que son evidenciados en el ensamble de la operación.	14%
10. Descuido en las medidas al momento de armar e incumplimiento de las instrucciones dadas por los planos.	14%
11. Actividades repetitivas de ensamble, desensamble de piezas y corrección de errores, por poca exactitud en las operaciones anteriores.	14%

12. Tiempos muertos de producción debido a que no se encuentran disponibles los equipos para el manejo y transporte de piezas grandes, necesarias para la aplicación de soldadura.	14%
13.Altos tiempos en la entrega de planos generales de ensamble	13%
14. Deficientes e incompletos acabados de soldadura y ausencia de un adecuado proceso de esmerilado.	13%
15. Socavados en las piezas.	12%

5.5 ESTUDIO DE LAS RECOMENDACIONES

5.5.1 Propuesta 1. Seguimiento y control al plan de mantenimiento

Cumplir el plan de mantenimiento permite no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones, sino que además llevarlo bajo estrictas normas de control y verificación, es de vital importancia y puede ser utilizado como un mecanismo en la toma de decisiones.

Como se logró evidenciar en el proyecto, actualmente la empresa pierde tiempo y dinero en maquinaria que no está disponible, que se daña durante la producción y limita y retrasa el ritmo normal de producción de la planta y por ende afecta su capacidad, además de que la información que se tiene del mantenimiento de los equipos no es real, por lo que la gerencia no conoce que tanto dinero se invirtió en los activos, y si se justifica seguir invirtiendo en su reparación.

Se propuso identificar a una persona que se encargara de controlar el plan de mantenimiento existente en la empresa, un ente de control que permita crear alertas para la ejecución de los mantenimientos preventivos de las máquinas, controlando que estos se cumplan y de no ser así justificando la imposibilidad de su cumplimiento, e informando su reprogramación.

Esto con el objetivo de contar con información certera de las máquinas, que permita adquirir una trazabilidad de los costos que estos equipos generan, como mecanismo para justificar la compra de nuevos, si se argumenta, y mantenimiento de un registro real del ciclo de vida de las máquinas, lo que facilitaría la toma de decisiones respecto a la adquisición de nuevos activos, y como principal objetivo contribuir a mantener a disposición la maquinaria.

5.5.2 Propuesta 2. Mejorar las condiciones actuales de los equipos

Para que la planta produzca en el momento requerido y cumpla con los tiempos de entrega, se hace necesario contar con los equipos disponibles y en condiciones óptimas. Es por esto que se propone implementar una cultura de mantenimiento autónomo en la empresa.

Como mecanismo para eliminar continuamente las actividades que no agregan valor, se propone transferir los procedimientos normales de mantenimiento a los operarios de producción, entrenarlos para identificar y atender condiciones anormales, acompañados con el mantenimiento del inventario de partes criticas así como que se involucre el personal de mantenimiento en las decisiones de compra de maquinaria.

Teniendo en cuenta que en la organización existe un alto indice de rotacion de personal, se propone implementar este tipo de mantenimiento en los operarios que presentan un largo tiempo en la organización superior a un año y medio y a los cuales ya se les ha asignado un equipo fijo, como son la cizalla, la plegadora, la geka, la maquinaria de mecanizado, torno, fresa, cepillo y la sierra mecanica.

Al implementar este tipo de mantenimiento la empresa obtendrá beneficios a largo plazo ya que al aumentar las habilidades de los operadores y fortalecer la comunicación y cooperación entre los departamentos de Producción, Mantenimiento y actividades de Ingeniería, se obtendría mejoras en las inspecciones de rutina y los procesos de mantenimiento. También se promueve la detección temprana de fallas potenciales, ayuda a mejorar las condiciones del equipo mediante la identificación y el control de los factores que contribuyen a las pérdidas crónicas en el equipo.

Para este tipo de mantenimiento las funciones de los operarios y del personal de mantenimiento son:

El Papel de Operadores

- Mantenimiento diario de equipo
- Limpieza, Lubricación, Inspección
- Reparaciones menores
- Obtención de datos y análisis.

El papel del personal de Mantenimiento

- Reparaciones mayores
- Mantenimiento planeado
- Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM)
- Desarrollo - Mejoramiento del equipo.

5.5.3 Propuesta 3. Rediseño de planta

Con esta propuesta se pretenden solucionar puntos clave que serán enumerados a continuación:

❖ Disminuir tiempo en el transporte de la materia prima, permitiendo la cercanía la materia prima con los equipos de corte. Con el objetivo de disminuir el tiempo de transporte de la materia prima hacia la zona de corte, se propone reubicar esta área en la planta.

La planta actualmente como se observa en el anexo B (plano de la propuesta de diseño de planta), presenta la zona de almacenamiento de materia prima pesada a 43.24 metros de la zona de corte, por tal motivo el recurso que utiliza para su transporte requiere de la utilización de tiempo que retrasa las operaciones y extiende el tiempo de procesamiento así como propicia la congestión y confusión en el área de trabajo, dificultando la circulación adecuada del personal y del producto en proceso.

Bajo el principio de la mínima distancia recorrida, entre la zona de materia prima y el área de corte, se realizó un diseño de planta que tuviera en cuenta estas consideraciones. La zona de corte donde se encuentra maquinaria como la cizalla, la Geka y la plegadora. Esta última maquina aunque no es específicamente de corte, debe ubicarse cerca de esta área porque favorece el flujo del producto considerando que después del corte de las piezas en el 70% requieren ser plegadas.

El costo de esta propuesta de reubicación de maquinaria, requiere del traslado de los equipos, por lo que es necesario la adecuación de los pisos en el área donde se desean ubicar nuevamente los mecanismos para garantizar el buen uso y funcionamiento de la maquinaria, además de la utilización de una grúa que se debe alquilar para el transporte de los dispositivos.

El presupuesto para la aplicación de esta propuesta es el siguiente:

Cuadro 24. Presupuesto de Reubicación del área de corte

Movimiento de maquinaria			
	horas	**tarifa**	**total**
Traslado (gura)	19	120.000	2.280.000
oficial	4,75	15.500	73.625
ayudante	4,75	8.500	40.375
adecuación de pisos	Kg/m2		
placas lamina	571	2.100	1.199.100
oficial	9,5	15.500	147.250
ayudante	9,5	8.500	80.750
total costo			$3.821.100

A partir de la implementación de esta propuesta la distancia entre la zona de materia prima y corte se reducirá en el 80%, considerando que la distancia actual es de 43.24 m^2 y la distancia propuesta es de 12 m^2, por lo que el tiempo también disminuirá al tener que recorrer menos espacio en el transporte. El tiempo disminuirá el 50%.

A partir de la implementación de esta propuesta se estima que los costos de transporte que se utilizaban con los mecanismos de izaje de la planta (puentegrua y montacarga) se reducirán en un 40% (costo por hora de montacarga: $12.300, costo por hora del puentegrua $10.700. Datos suministrados por SAP), ya que en algunos casos por el tamaño de la materia prima se hará necesario aun utilizarlos, sin embargo la reducción de los riesgos de accidentes disminuirá en un 80% y la disminución de tiempo ahorrara el 50% de gastos en mano de obra por lo que se consumirá $1.000 por transporte por parte del ayudante y $1.839 por el oficial. Mientras que se consumía $2.026 por ayudante y $3.694 por el oficial con la antigua distribución.

- Se obstruye el flujo de las operaciones en planta, debido al cargue del producto terminado; como se evidencio en el estudio de métodos.

Ante esta situación se propone la implementación de una zona de cargue del producto terminado dotada de un mecanismo de izaje vital para este proceso como lo es el puente grúa. Para esta propuesta se requiere de:

- Obra civil para adecuar un pórtico de despacho.

- Limpiar el área de almacenamiento de materia prima ubicada en la zona de pintura.
- Trasladar los contenedores de almacén.
- Trasladar equipos de la zona de pintura.

Esta propuesta se observan gráficamente en el anexo C, el plano de la planta donde se implementan las mejoras actualmente propuestas. El costo total de la propuesta es de: $ 217.597.510.

Cuadro 25. Presupuesto de reubicación del área de cargue

Actividad	Costo
Grúa pórtico monorriel despacho de vehículo 10 ton	$216.022.510
Limpieza de área de almacenaje	$565.000
Sacar equipos de otros	$338.000
Traslados de contenedores	$672.000
TOTAL	$217.597.510

Cuadro 26. Presupuesto de la implementación de área de despacho

Item	Actividades	Unidad	Cantidad	Vr / Unit	Vr / Total
1	**Grua portico Monoriel despacho de vehiculos 10 ton**				**$ 216.022.510**
	Polipasto - 10 ton (*Hansecol*)	Und	1	$ 35.200.000	$ 35.200.000
	Testeros (*Hansecol*)	Und	1	$ 17.600.000	$ 17.600.000
	Manufactura - Acero (columnas, vigas)	Glb	1	$ 98.104.500	$ 98.104.500
	Obras civiles - (Excavacion, pedestales, anclajes)	Glb	1	$ 54.818.010	$ 54.818.010
	Ayudante - Montaje	hr	200	$ 12.000	$ 2.400.000
	Oficial - Montaje	hr	200	$ 17.000	$ 3.400.000
	Soldador - Montaje	hr	50	$ 17.000	$ 850.000
	Consumibles	Glb	1	$ 350.000	$ 350.000
	Grua 20 ton - Montaje	hr	15	$ 140.000	$ 2.100.000
	Traslado grua 20 ton	Und	1	$ 1.200.000	$ 1.200.000
2	**Limpiar area de almacenaje**	**Unidad**	**Cantidad**	**Vr / Unit**	**$ 565.000**
	Ayudante	hr	5	$ 12.000	$ 60.000
	Oficial	hr	5	$ 17.000	$ 85.000
	Grua	hr	3	$ 140.000	$ 420.000
					$ -
3	**Sacar equipos de Otros**	**Unidad**	**Cantidad**	**Vr / Unit**	**$ 338.000**
	Ayudante	hr	2	$ 12.000	$ 24.000
	Oficial	hr	2	$ 17.000	$ 34.000
	Grua	hr	2	$ 140.000	$ 280.000
					$ -
4	**Traslado de contenedores**	**Unidad**	**Cantidad**	**Vr / Unit**	**$ 672.000**
	Ayudante	hr	4	$ 12.000	$ 48.000
	Oficial	hr	2	$ 17.000	$ 34.000
	Grua	hr	2	$ 140.000	$ 280.000
	Grava	m3	10	$ 25.000	$ 250.000
	Rana - Compactacion	Und	1	$ 60.000	$ 60.000

Se estima que esta propuesta logre que la maquinaria y mano de obra que se utilizan del área de producción para efectuar esta operación se reduzca en el 100%, por lo que los gastos de oficiales y ayudantes (tarifas en cuadro 11) se verían reducidos por completo en el área productiva.

- El flujo del producto terminado en el área de pintura y sand blasting es inadecuada, por lo que se hace necesario acondicionar la zona de Pintura.

Ante esta oportunidad de mejora, se plantea la aplicación de la metodología de reducción de desperdicio 5's.
Para la aplicación de la metodología 5's en esta área, se planean las siguientes actividades:

- Identificar los elementos innecesarios que existen en la planta de producción.
- Implementar un sistema de tarjetas de control, este mecanismo permite marcar los elementos innecesarios existentes en el sitio de trabajo y que acción correctiva se debe tomar en ese caso. Estas tarjetas contienen la siguiente información, y se muestra en la figura.

Figura 77. Tarjeta de control.

TARJETA DE CONTROL		No. 1
Fecha: 2 de agosto de 2012		
Nombre del elemento : Motores para motobomba dañados		
Cantidad: 2		
Es innecesario	Si:	No: x
Por qué: Solo está ocupando espacio y se podría pensar en darle un fin más útil.		
Área de procedencia: Montajes de planta		
Causas de su permanencia en el lugar: No existe gestión sobre estos elementos, ni responsables de esta labor especifica.		
Acción para su eliminación: Desecharlos o venderlos si		

es posible
Responsable: Jefe de Planta

Fuente María Gabriela flores mota, aplicación del sistema kaizen en la industria de empaques flexibles, Guatemala, agosto de 2003.

Después de implementar este tipo de tarjetas, se presenta un informe que debe elaborar el jefe de cada área, y debe allí registrar el avance sobre las acciones planificadas, como las que ya se han introducido y los beneficios aportados.

El formato que se debe seguir es el siguiente:

Figura 78. Informe final

No.	CANTIDAD	ELEMENTO INNECESARIO	ACCION Y FECHA DE ELIMINACION	RESPONSABLES	CONTROL REALIZADO EN PROCESO O EN ACCION
1	2	Motores para motobombas	Vendidas como chatarra enero 2013	Jefe de planta	Control en proceso
2	1	Tanque de almacenamiento ACPM	Vendido en Febrero 2013	Gerente	Control en proceso
3		Toneladas de material recuperado	Vendido como chatarra Febrero 2013	Jefe de planta	Control en proceso

- Determinar e informar sobre sitios de ubicación para elementos, material en proceso, producto final, desechos y maquinaria; se debe mostrar la ubicación de artículos de limpieza, desechos clasificados, condiciones de la maquinaria y equipos (motores, conexiones eléctricas, flujos de tuberías, sistemas de presión, etc.), que se localizan dentro del área de producción, e informan sobre el progreso que el programa ha alcanzado dentro de la planta.

Después de decidir las mejores localizaciones para material en proceso, producto terminado y desechos, las zonas se pueden identificar por medio de tarjetas, de

tal forma que cada trabajador sepa dónde están las cosas, y cuántas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear las tarjetas o carteles por color como se observa en la figura 82.

Figura 79. Tarjeta de identificación de área

ZONA DE PINTURA	
Material: producto en proceso	
Cantidad Max.40 toneladas	Cantidad Min. 5 ton
Disponible:	
Área de trabajo:	

Figura 80. Convención de colores

COLOR DE FIGURA O LUZ	SIGNIFICADO
ROJO	Maquina descompuesta, o fallas de partes en el equipo
AZUL	Material o piezas defectuosas
BLANCO	Producción completa, fin de un lote de producción
AMARILLO	Espera de ensamble, o proceso siguiente del material
VERDE	Falta o ausencia de materiales
NO COLOR, NO LUZ	Sistema operando normalmente

Fuente, María Gabriela flores mota, aplicación del sistema kaizen en la industria de empaques flexibles, Guatemala, agosto de 2003.

Implementar una campaña de limpieza, se iniciara con una campaña de promoción, en la que se enfatice la eliminación de los elementos innecesarios durante un día que se denominara el día “s”, se limpien los equipos, pasillos, armarios, cajones, bodegas, oficinas de producción. Objetivos Básicos para el Día “S”:

• Evacuar los elementos y los materiales acumulados que no se usan.
• Eliminar excesos de inventarios.
• Definir la reparación de los equipos que lo requieren.
• Iniciar el ordenamiento y la limpieza.

Esta campaña se considerara como un buen inicio de preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos e instalaciones permanentemente, y a partir de esto tratar de mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial.

La Planificación de limpieza se llevara a cabo bajo la siguiente dinámica, el jefe y los supervisores de producción deben asignar un contenido de trabajo de limpieza en la planta, determinando responsabilidades por zona a cada trabajador, en materia de lo que debe hacer, cómo y cuándo.

Elaboración del manual de limpieza es necesario que se incluyan la asignación de atribuciones de limpieza por áreas, la forma de utilizar los elementos (limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; etc.) así como también, la frecuencia y tiempo establecido para realizar estas labores. Es importante establecer tiempos para estas actividades de modo que lleguen a formar parte natural del trabajo diario. El manual de limpieza puede incluir la información que se muestra en la figura 84.

Figura 81. Formato para ejecutar la limpieza

FORMATO PARA EJECUTAR LA LIMPIEZA	
Nombre del elemento o sitio a limpiar:	Planta de Producción
Zona o parte a inspeccionar y limpiar:	Suelo (piso) de planta
Indicación de zonas de riesgo posibles de encontrar durante el proceso de limpieza:	Cables eléctricos, paneles de control, temperatura alta, rodillos en movimiento, piso resbaloso.
Elementos de limpieza necesarios:	Toalla húmeda para polvo, toalla seca para tintas, aceites, agua, cepillo, aspiradora
Indicación del proceso a seguir durante el procedimiento de limpieza:	1. Retirar polvo
	2. Aspirar residuos de resina
	3. Eliminar manchas por tintas y

	aceites
	4. Pasar toalla húmeda
	5. Pasar toalla seca
Indicación del tiempo para el procedimiento de limpieza:	Realizar la limpieza correspondiente en un periodo de 5 minutos hasta 15 minutos diarios

- Establecer responsabilidades y tareas**,** todos los operadores o trabajadores deben conocer sus responsabilidades y saber cómo ejecutarlas. Cada operador puede determinar los estándares, teniendo en cuenta que cada día exista un mejoramiento en los métodos y tiempos de limpieza. La asignación de responsabilidades pueden desarrollarse y anotarse en:
- Manual de limpieza, desarrollado en la etapa de *seiso.*
- Atención visual (tableros, señalización informativa), registrando las obligaciones y avance que cubre cada S.

Se debe mostrar los estándares que han resultado de las etapas anteriores, y de esta forma se puede controlar su funcionamiento. El acceso a estos estándares debe ser muy cerca y fácil en cualquier momento que éstos puedan necesitarlas.
En este sentido se puede establecer un check list para determinar si se están llevando a cabo las actividades. Como el que se plantea a continuación:

Figura 82. Check list para aplicación del plan 5´s

APLICA SEIRI EN EL LUGAR DE TRABAJO.	1	2	3	4	5
1. Solo mantiene objetos necesarios para su labor en su área de trabajo.					
2. Antes de eliminar los objetos innecesarios del área de trabajo notifica al supervisor.					
3. Da seguimiento a la notificación.					
APLICA SEITON EN EL LUGAR DE TRABAJO.					
1. Ubica los objetos de uso más frecuente cerca de él o ella.					
2. Pone los objetos de uso continuo lo más visible posible.					
3. Acomoda los objetos de uso no frecuente en almacén, en un lugar adecuado.					
4. Mantiene las gavetas de las máquinas ordenadas.					
Mantiene limpia su área de trabajo (SEISO)					
1.Mantiene su máquina completamente limpia, libre de polvo y aceite.					
2. Mantiene su área de trabajo libre de desperdicios.					
3. Cuando dejas limpia tu máquina y espacio de trabajo todas las tardes antes de salir del trabajo.					
4. Cuando participa en el día de general de limpieza.					
5. Cuando coopera con mantener limpia las demás áreas de la empresa.					

APLICA SEIKETSU EN EL LUGAR DE TRABAJO.	1	2	3	4	5
1. Mantiene un alto nivel de orden y limpieza en el lugar de trabajo					
2. Cuándo aplica con Seiri?					
3. Cuándo aplica con Seiton?					
4. Cuándo aplica Seiso en el lugar de trabajado?					
5. Participan activamente en las competencias de 5s entre equipos de trabajos de su compañías y con otras compañías.					
6. Los empleados no comen en el área de trabajo.					
7.Los empleados no fuman en el lugar de trabajo.					
8. Mantienen las ropas y zapatos limpios.					
9. Los empleados se lavan las manos antes y después de comidas.					
10. Respetan las normas de seguridad de la empresa.					
11. Mantienen su lugar de trabajo limpio y ordenado.					

Fuente, María Gabriela flores mota, aplicación del sistema kaizen en la industria de empaques flexibles, Guatemala, agosto de 2003.

Cuadro 27. Presupuesto para la aplicación de la propuesta.

ACTIVIDAD	Horas/ (hombres)	Materiales	Costo Mano de obra	costo materiales	Total
Desechar la chatarra de la zona de pintura y sand blasting, así como vender artículos que ocupan espacio como el tanque de ACPM	19	Mecanismo de transporte de carga (camión)	287.432	-	287.432
Implementar el sistema de tarjetas de color para marcar los sitios de trabajo.	8,5	papel, tinta	96.773	75.000	171.773
Habilitación de más stands para el almacén, Realizar 3 entrepaños adicionales a la estructura actual, con su estructura divisional.	38	4. lamina 3mm 120x3 mts 2 galones de pintura	1.007.494	259.560	1.267.054

Limpiar y evacuar zona de descarte	19		432.630		432.630
Limpieza del puente grúa y mitad del techo más alto de la planta	9	Escobilla	204.930	10.000	214.930
Vender el material recuperable y organizar estanterías de producto recuperado.	27		614.790		614.790
Organización de la bodega 2 del almacén	19		432.630		432.630
Establecer el plan de acción para demarcar las zonas de la planta.	19	Horas hombre	503.747	180.000	683.747
Pintar y demarcar la zona de maquinaria.	62	12 galones de pintura	1.643.806	540.000	2.183.806
Establecer la campaña de limpieza	40	Horas hombre	1.250.000		1.250.000
Organizar y definir contenidos de los cajones ubicados en la planta.	1		26.513		26.513
Mantener el programa	9,5	Horas hombre	718.580	60.000	778.580
Campañas de sensibilización para aplicar la metodología	3	tablero, computador, marcador, formatos	240.000	70.000	310.000
TOTAL				8.653.885	

Al implementar esta metodología se evidenciarían ahorro en los costos de mano de obra por búsquedas de herramientas, costos de maquinaria y mano de obra por transportes innecesario y movimientos repetitivos. Disminución de costos por la disminución en las lesiones de los trabajadores y menos índices de accidentalidad, así como una disminución en el número de artículos perdidos y dañados, es decir menos costos por herramienta extraviada y dañada así como sirve para involucrar a los trabajadores de la sostenibilidad a largo plazo del lugar de trabajo y pueden mejorar su compromiso y orgullo por el mismo.

- Se evidencia un impacto ambiental considerable en el área de sand blasting y dificultad para el desecho del residuo de la arena en forma oportuna, lo que genera disminución del espacio productivo para la operación, como se observó en el estudio de métodos del proyecto, por lo que siguiendo con el objetivo planteado en un comienzo como base para mejorar la productividad de la operación, se propone implementar la granalla en el área de sand blasting como mecanismo de limpieza del metal.

A continuación se evidencia un comparativo entre la granalla y la arena.

Cuadro 28. Comparativo entre Granalla y Arena.

COMPARATIVO ARENA Vs. GRANALLA	
ARENA	GRANALLA
Reciclaje: 0	Reciclaje: 500 a 1500
Consumo/m2 superficie tratada: 45 Kg	Consumo/m2 superficie tratada: 0.41 Kg
Costo/m2 de superficie tratada: $10800	Costo/m2 de superficie tratada: $1394
Nivel de produccion: 14 m2/H	Nivel de produccion: 14 m2/H
Almacenamiento:0.85 m3/Ton	Almacenamiento:0.25 m3/Ton
Almacenamiento de residuos: 1.3 m3/ton	Almacenamiento de residuos: 0.03 m3/ton
Residuos/8h: 5040 kg (5.04 Ton +-4.5 m3)	Residuos/8h: 50 kg (5.04 Ton +-4.5 m3)
Hs/boquilla: 500	Hs/boquilla: 1200
Transporte: Una vez arribo del suministro y una segunda vez para la evacuacion de residuos, el cual puede ser superior en volumen dado el desprendimiento en particulas durante el proceso.	Transporte: Una vez al arribo del suministro. En cuanto al transporte de residuos, estos pueden ser movilizados manualmente dadas las bajas cantidades generadas durante el proceso.
CALIDAD DE LA APLICACIÓN	
La poca visibilidad causada por la alta polucion durante un proceso de arenado hace que alcanzar una limpieza total en superficies de geometrias, requiera de varias paradas con su respectiva espera, hasta que la nube de polvo desaparezca y permita ver al detalle el porcentaje logrado durante el disparo del chorro abrasivo. El efecto de pulverizacion de los cristales de arena al impactar la superficie produce un talco muy fino que alcanza a imprecnarla dando una	En al aplicación de limpieza con chorro abrasivo de granalla de acero, el operario puede ir detallando el progreso de la limpieza mientras esta disparando el abrasivo, dado que la polucion generada no alcanza a crear una nube tan densa que no permita tener este control visual. De esta manera no se tienen tiempos muertos por esperas para mejorar visibilidad de control. Cuando las particulas de granalla impactan la superficie, desprenden la capa que se quieren remover y rebotan de esta sin

impresión de alta blancura que al final resulta ser una contaminacion superficial.	dejar parte de su material con lo cual se obtiene una limpeza mas profunda y libre de contaminacion.
PERFIL DE ANCLAJE Y RIGUROSIDAD	
La dureza de los cristales de arena es altamente variable y algo similar sucede con el tamaño de los mismos, esta caracteristica hace que la rigurosidad alcanzada durante el proceso de limpieza, sea igualmente variada en la extension de la superficie tratada, de esta manera la medicion de tal factor debe hacerse en varias areas de ella a fin de obtener el mejor promedio.	La produccion de granallas es un proceso industrial que permite la obtencion de dureza igual para cada particula asi como tambien el control en calibre de su tamaño, caracteristica ventajosa para garantizar rigurosidades mas homogeneas en toda el area de la superficie tratada. Las granallas se producen esfericas y angulares, una ventaja mas para seleccionar el tipo de grano adecuado a nuestros objetivos.
EQUIPOS Y REQUERIMIENTOS ESPECIALES	
Cabina hermetica con proteccion interior de neopreno, excelente iluminacion y sistema extractor de aire con colector de polvo. Tanque o tolva arenadora de la capacidad requerida según sea su necesidad. Equipo especial para proteccion de operario. Filtro especial para pasar aire al operario o en su defecto equipo especial para aire respirable. Compresor para suministro de aire, de alta capacidad que permita sostener una presion de 100PSI con un fluido constante. Equipo u hombre para cargue de arena o tolva. Equipo para evacuacion de arena desechada a deposito.	Cabina hermetica con proteccion interior de neopreno, excelente iluminacion y sistema extractor de aire con colector de polvo. Sistema automatico o semi-automatico, preferiblemente en toda el area del piso para recoleccion del abrasivo. Equipo especial para limpieza de abrasivo y realimentacion de tanque o tolva granalladora. Tanque o tolva granalladora de la capacidad requerida según sea su necesidad. Equipo especial para proteccion de operario. Filtro especial para pasar aire al operario o en su defecto equipo especial para aire respirable. Compresor para suministro de aire, de alta capacidad que permita sostener una presion de 100 PSI con un fluido constante.
Los costos de montaje para un cuarto de granallado se incrementan noblemente frente a los demandados para el montaje de uno de arenado, pues normalmente en la construccion de un cuarto de arenado aunque no es debido se omite la proteccion de neopreno de toda su superficie interna, y la adquisicion e instalacion	

del sistema de recoleccion y purificacion de abrasivo. Este ultimo demanda un incremento de costos en la obra civil o en la estructura.	
IMPACTO AMBIENTAL	
La explotación de arena para sand blasting causa un alto impacto nocivo al ambiente, hasta el punto de ser un daño irreversible que inclusive puede convertirse en un efecto progresivo de degenera miento ambiental.	La polución producida durante una limpieza de superficies, hecha con granalla es mínima y los equipos colectores de polvo la retienen hasta un 99.6% y puede ser mejorada a un 99.96% con la implementación de unos filtros complementarios.
IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD	
El alto nivel de sílice en la composición de la arena hace que su aplicación en procesos de limpieza de superficie, llegue a un nivel de peligrosidad mortal, debido a que el polvo generado es un talco muy fino cuyos micrométricos cristales al ser inhalados llegan a los pulmones y son causantes de la silicosis, enfermedad pulmonar degenerativa y mortal.	La polución generada durante un proceso de limpieza por granallado no contiene sílice, lo cual hace que esta aplicación no represente riesgo operacional. Es muy importante que en todo proceso de limpieza de superficies, se identifiquen de antemano los elementos que componen la impureza a remover, para determinar las debidas medidas preventivas en pro de la protección del operario.

Fuente, Diseño e Ingeniería Especializada en Maquinaria, http://www.blastingexperts.com/Web_final/images/noticias/Archivos/ARENA%20Vs%20GRANALLA.pdf.

5.5.4 Propuesta 4. Asignar tiempos para la realización de actividades.

La ausencia de un plan de taller propicia la aparición de altos tiempos de alistamiento de herramientas, de material, y la aparición de actividades injustificadas que aumentan las causas de improductividad en la planta.
Es factible que la deficiente planeación de máquinas y operarios, genera un deficiente ejecución sobre los presupuestos de los proyectos, por lo que se generan sobrecostos, poca flexibilidad en la empresa y retrasos sobre los tiempos de entrega.

Se hace necesario entonces, para incrementar la productividad en la planta, fijar metas a los operarios que permitan medir eficiencias e identificar aspectos externos que influyan sobre la ejecución de sus actividades. Es por esto que la aplicación de límites y estándares de tiempos a estos al igual que la medición de su calidad de trabajo influye en la efectividad y eficiencia del cumplimiento de sus labores.

Es por esto, que con el objetivo de contar con planes para el control de las ejecuciones de los proyectos, el ahorro de inversión, el cumplimiento de las fechas de entrega y de los presupuestos, se propone asignar la tarea de la planeación de taller que se encuentra a cargo actualmente en la empresa Inagromecanica, por el Auxiliar de producción, a un nuevo funcionario, que cuente con el tiempo y las habilidades para cumplir con esta función vital para la empresa.

Actualmente el auxiliar de producción cuenta con una carga operativa alta, que involucra actividades de despacho de mercancía, control y seguimiento de los supervisores y actividades logísticas de la planta en general, así como la administración de los datos e información del estado actual de los proyectos (información que le brinda al jefe de planta), por lo que la planeación de taller no se lleva a cabo. El perfil de cargo para el planeador de taller debe ser el de:

PERFIL DEL CARGO

- ✓ Antecedentes del Cargo

Nombre: Planeador de taller
Área de Trabajo: producción
Horario de Trabajo: 7:30 a.m.-5:30 p.m.

- ✓ Ambiente Laboral

<table>
<tr><td colspan="3">Lugar de Trabajo:</td></tr>
<tr><td colspan="3">1. Oficina 2. Terreno X 3. Otro Lugar</td></tr>
<tr><td colspan="3">Condiciones Físicas (espacio físico, estilo, tipo de equipos): Panta de producción ubicada en Santander de Quilichao, vía Timba. Industria metalmecánica.</td></tr>
<tr><td>Nombre Jefe Directo:</td><td colspan="2">Jorge Gracia</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Trabajo en equipo (comunicaciones colaterales): de gran importancia
Subordinados: No</td><td>Cargo Jefe Directo</td><td>Jefe de planta</td></tr>
<tr><td>Estilo de dirección</td><td>Liderazgo participativo</td></tr>
</table>

Trabajo en equipo (comunicaciones colaterales): de gran importancia Subordinados: No			
Subordinados: si	No: 2	Cantidad:2	Cargos: Supervisores de planta

✓ Principales Funciones y Responsabilidades

Descripción de Funciones del Cargo:

- Planear la producción de taller, teniendo en cuenta los recursos existentes.
- Informar la necesidad de personal cuando sea necesario en cada proyecto.
- Revisar los planos entregados por diseño para su posterior planeación.
- Planear a nivel detallado el taller, brindando esta información a los supervisores.
- Apoyado por los supervisores medir la eficiencia del personal.
- Buscar planes de contingencia al plan de producción.
- Brindar los planes al jefe de planta y al proceso de coordinación de proyectos.

Posibilidades de desarrollo y perfeccionamiento									
La carga de Trabajo	1.Alta	x	2.Media		3.Baja				
Trabajo de presión	1.Si	x	2.No						
Responsabilidades sobre:									
1. Información	x	2.Dinero		3.Personas	x	4.Maquinas	x	5.Material	

✓ Características del Candidato

Edad Mínima: 18 Edad Máxima: 30 Sexo: masculino

Estado Civil: Indiferente.
Nivel Educacional: Colegio Industrial
Profesión u Oficio: Estudiante de Ingeniería mecánica en últimos semestres
Especialidad: Mecánico.
Idiomas: Correcta expresión oral y escrita
Años de Experiencia: No es relevante
Área de Experiencia: Industrial
Otros: Deseable computación Nivel Usuario

✓ Condiciones Personales Requeridas

Habilidades y Conocimientos Específicos:

- Capacidad de trabajo en equipo con personal de otras disciplinas y distinto nivel técnico.
- Gran compromiso por la seguridad propia y de las personas de su equipo de trabajo.
- Capacidad de aportar ideas de solución con creatividad.
- Fuertes conceptos de respeto al medio ambiente, calidad y seguridad.
- Capacidad de desarrollar labores repetitivas.
- Auto motivación y capacidad de autogestión de tiempo y recursos para desarrollar tareas asignadas.
- Conocimiento de equipos industriales y de las características de riesgo de una planta industrial.

Características de personalidad:

- Capacidad de recibir críticas de su trabajo y ser evaluado.
- Espíritu de superación de problemas con métodos ordenados.
- Facilidad de trabajar sin supervisión directa, sólo con auditoría de resultados.
- Honradez en su actuar y en sus relaciones con las personas.
- Autodisciplina en el desempeño de sus funciones.

Se busca una persona que se adapte a la organización y de esta manera permanezca en la empresa una gran cantidad de años, para lo cual es fundamental que esté contento con la actividad que desempeñará.

Por lo general, los operadores presentan falta de motivación, dado por su labor repetitiva. Se busca una persona que tenga capacidad de desempeñarse en una labor de operación pero también con capacidades de generar ideas de soluciones que permitan ser un aporte continuo para la empresa.

El crecimiento funcionario en la empresa está directamente relacionado con las capacidades de aprender y de auto motivarse de los operadores, por lo que es importante que estos tengan voluntad de surgir.

5.5.5 Propuesta 5. Invertir en equipos deteriorados y claves para la producción.

A pesar de la deficiente información sobre el estado actual de los equipos, y la dificultad para encontrar una trazabilidad en el mantenimiento de estos, lo que

facilita la toma de decisiones para dar activos de baja, actualmente en la empresa existen tres equipos que por sus repetidos mantenimientos correctivos durante el transcurso del proyecto se consideran claves y aptos para la evaluación de técnicos expertos.

Estos equipos son:

- Puentegrua. Este es un equipo de izaje clave en el proceso de armado. Actualmente la planta cuenta con dos puente grúas, uno de 10 Toneladas y otro de cinco. El puentegrua de 10 Toneladas se presenta continuo embobinado del motor y daño en el freno. Por esta razón y por ausencia de los registros claves de mantenimiento se recomienda acudir a un asesor técnico para que plantee una asesoría acerca de la adquisición de este equipo.

A continuación se adjunta una cotización de este equipo anexo E, se conoce que la inversión sería de $44.420.000. Que incluiría en la oferta los siguientes servicios claves:

a.) Certificación de las grúas: IMOCOM S.A entregará las grúas avaladas y certificadas bajo los estándares de la norma ASME B 30.2 Norma internacional para operaciones seguras de puentes grúa.

b.) Capacitación de usuarios: Una vez el equipo haya sido instalado y probado se dictará un curso en sitio para 10 personas incluyendo el material didáctico. IMOCOM S.A confeccionará y suministrará, toda la documentación y material didáctico que utilice cada uno de los participantes en la capacitación.

c.) Aseguramiento de calidad y seguridad industrial: Tanto los equipos de origen extranjero como la estructura metálica serán realizados por empresas certificadas bajo un sistema de gestión de calidad ISO 9001 versión 2008 al igual que todos los procesos que se involucren en el proyecto.

d.) El montaje será realizado bajo los estándares de Seguridad Industrial OSHA y por una firma inscrita y acreditada por el consejo colombiano de seguridad industrial.

- Compresor de Sand blasting. el compresor se encuentra derramando aceite por la manguera y el filtro, con el riesgo de afectar la calidad del proceso de sand blasting.

Este compresor aún no ha presentado fallas que afecten el proceso de sand blasting de los productos de la compañía (se evidencian mantenimientos correctivos del 12 febrero 2012, por caída de presión), de allí en adelante se programan mantenimientos mensuales donde se cambian piezas.

Sus continuas averías generan cola de producto en proceso y dificulta el flujo de la operación. La adaptación de un nuevo compresor implicaría, la adaptación de obra civil, para la adecuación del compresor, la obra eléctrica y el costo del nuevo activo.

Adaptación de obra civil:

- Cotización mano de obra

Descripción	Valor total
Armar y fundir viga de arrastre Relleno y fundía de piso Pega de ladrillo y limpieza Armada y fundía de viga de amarre Armada y fundía de viga de las calatas	$ 1.000.000
Armada y montada de techo	$150.000

- Materiales para bodega

- Ladrillo limpio 1.200 de 24x10
- 4 varillas de ½ 11
- 6 varillas de 3/8
- 15 bultos de cemento
- 2 metros de arena mediana
- 10 kilos de hierro de un ¼
- 2 kilos de alambre

- Materiales para techo

- 3 perniles de 4” de 5 metros
- 6 hojas de 4 metros
- 80 amarras completas
- 12 metros de varilla para tensor

Adaptación de Obra eléctrica

- Suministro e instalación de bandeja tipo malla CABLOFIL de 54mmx300x3000mm electro-zincada. Incluye accesorios para bandeja: uniones rápidas, fasloock, cable desnudo #6, conectores para puesta a tierra y soporteria en perfil de fijación.

- Suministro y adaptación de tubo galvanizado de 1x1/2”. Incluye accesorios; curvas galvanizadas, soportaría en canal estructural y abrazaderas auto-ajustables.
- Suministro e instalación de acometida trifásica para la alimentación del compresor en cable de cobre aislado y conductor de tierra aislado,.
- Suministro e instalación de totalizador trifazico Merlin para protección general de la comedita al compresor.
- Suministro e instalación a cofre metálico con barraje de cobre para tierra.

Compresor

Instalación Compresor	
Compresor	$45.000.000
Obra civil	$1.150.000
Obra eléctrica	$7.478.992
Total inversión	$53.628.992

En conclusión el costo total de la inversión en la implementación de las cinco propuestas presentadas en este proyecto es de $ 738.573.997, donde se consumen $9.600.00 en la aplicación de la propuesta uno, $1.880.000, aplicando la propuesta dos y $446.095.005, $1.800.000 y $279.198.992 en la propuesta tres, cuatro y cinco respectivamente. (Ver anexo F).

5.6 DETERMINACION DE LOS TIEMPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO MEJORADO

En este proyecto se aplicó un estudio de tiempos con cronometro, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea y una valoración de rendimiento por parte del analista.

5.7 METODO MEJORADO

A partir del analisis anterior se pretende proponer un metodo mejorado a la situacion que actualmente se presenta en la planta. Lo que se pretende es reducir o eliminar actividades criticas de la operación a partir de propuestas que se enumeraran en el capitulo siguiente.

5.7.1 Caras de la Tolva Metodo Mejorado

Figura 83. Diagrama Analitico del Metodo Mejorado a la produccion de las Caras de la Tolva

operracion: FABRICACION TOLVA CLINKER MINERALIZADO-CARAS

Pagina 1 de 3

Metodo: Actual [ ] Mejorado [x]
Empieza: Transporte de materia prima
Termina: Transporte a ensamble
Elaboró: Luisa Fernanda Tabares
Fecha: 08/04/2013

RESUMEN						
ACTIVIDAD	MEJORADO		ACTUAL		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiemp	No	Tiempo
⬭	23	1217	26	1277	3	60
⇨	10	43,2	10	70,13	0	27
▭	3	9,13	5	14,1	2	5
D	2	3,0	5	31,99	3	29
▽	1	633	1	1140	0	508
Distancia Recorrida	Metros 169,9		Metros 218,68		Metros=48,78	

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [x]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO por unidad	PREGUNTARSE: QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	OBSERVACIONES
Lamina 6 mm x 6061x 3110															
transporte de materia prima	○	➡	□	D	▽		12,0	7,12							con puentegrua
trazo de lamina	●	⇨	□	D	▽			49	X						lamina de 6 mts
inspeccion medida	○	⇨	■	D	▽										
buscar herramienta	○	⇨	■	D	▽					X					
esperar puentegrua	○	⇨	□	●	▽					X					
alistamiento de cizalla	●	⇨	□	D	▽					X					cizalla
corte la lamina	●	⇨	□	D	▽			43,3							cizalla
espera por entrega de herramienta	○	⇨	□	●	▽					X					punzon de la geka
perforacion lamina geka	●	⇨	□	D	▽			16,9							geka, 9 Ø14mm
perforacion lamina taladro magnetico	●	⇨	□	D	▽			79,8							taladro magnetico,10 Ø 14 m
transporte a plegadora	○	➡	□	D	▽		2,5	3,79			X				geka-plegadora, con p
alistamiento de la plegadora	●	⇨	□	D	▽					X					plegadora
plegado lamina inferior	●	⇨	□	D	▽			41							
transportar a armar	○	➡	□	D	▽		30	3,76							
corte biscel para empalme	●	⇨	□	D	▽			19,8							
armar para emplame	●	⇨	□	D	▽			36,2							
soldar el empalme	●	⇨	□	D	▽			92,9							

Distancia Recorrida	Metros 169,9	Metros 218,68	Metros=48,78

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [x]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	PREGUNTARSE: QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	OBSERVACIONES
inspeccionar la soldadura	○	⇨	■	D	▽			3,21							
manipular la pieza para soldar por el lado	●	⇨	□	D	▽			17,8							
cortar (biscelar en el otro lado)	●	⇨	□	D	▽			23							
soldar empalme	●	⇨	□	D	▽			107							
esmerilar soldadura	●	⇨	□	D	▽			7,89							
trazar para poner lamina fora	●	⇨	□	D	▽			103							
armar (poner lamina fora)	●	⇨	□	D	▽			138							
transporte a ensamble	○	➡	□	D	▽		24,0	6,97							
Lamina 6 mm x 293 x 3090															
inspeccionar los planos	○	⇨	■	D	▽			5,7	X						
pregunta a diseño	○	⇨	□	●	▽			3,0	X						
espera por el puentegrua	○	⇨	□	●	▽					X					
trasnporte materia prima	○	➡	□	D	▽		12,0	5,1			X				con puentegrua y mon
trasnsporte por herramienta	○	➡	□	D	▽		3,5	1,8							
trazo	●	⇨	□	D	▽			56			X				
maniplacion de la lamina	●	⇨	□	D	▽		2,5	3,4							con puentegrua
corte de lamina	●	⇨	□	D	▽			25,8							cizalla
espera de puentegrua	○	⇨	□	●	▽					X					
a perforar	○	➡	□	D	▽		3,2	3,3							a la cizalla
perforar	●	⇨	□	D	▽			4,6							taladro magnetico
transporte a la plegadora	○	➡	□	D	▽		3,0	0,7							
plegado	●	⇨	□	D	▽			12,0							

Figura 83(continuacion) Diagrama Analitico del Metodo Mejorado a la produccion de las Caras de la Tolva

operracion: FABRICACION TOLVA CLINKER MINERALIZADO-CARAS

Pagina 3 de 3

Actual [X] Mejorado

Empieza: Transporte de materia prima
Termina: Transporte a ensamble
Elaboró: Luisa Fernanda Tabares
Fecha: 30/04/2013

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiemp	No	
⬭	23	1217	26	1277	3	60
⇨	10	43,2	10	70,13	0	27
▭	3	9,13	5	14,1	2	5
D	2	3,0	5	31,99	3	29
▽	1	633	1	1140	0	508
Distancia Recorrida	Metros 169,9		Metros 218,68		Metros=48,78	

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [X]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	PREGUNTARSE: QUE	POR QUE	COMO	CUANDO	QUIEN	DONDE	OBSERVACIONES
verificarr plegado	○	⇨	■	D	▽			0,2	X						
manipular lamina para almacenar	●	⇨	□	D	▽			9,5							puentegrua
almacenar	○	⇨	□	D	▽			633			X				
empalme de la lamina	●	⇨	□	D	▽			119							soldadura
transporte a armar	○	⇨	□	D	▽		30,0	3,7							puentegrua
trazar para poner lamina fora	●	⇨	□	D	▽			103							
puntear la fora	●	⇨	□	D	▽			108							soldadura
a ensamble	○	⇨	□	D	▽		24,0	7,1							
	○	⇨	□	D	▽										

5.7.2 Cuerpo de la Tolva Método Mejorado

Figura 84. Diagrama Analítico Metodo Mejorado para la produccion del Cuerpo de la Tolva

Pagina 1 de 2

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiempo	No	
○	17	1645	17	1645	0	0
⇨	8	117,36	8	117,4	0	0
▭	4	269,199	4	140,4	0	129
D	6	257	2	34	4	222
▽						
Distancia Recorrida	Metros 92,5		Metros 92,5		Metros	

Metodo: Actual [X] Mejorado
Empieza: Alistar el espacio de trabajo
Termina: Soldar lamina Fora
Elaboró: Luisa Fernanda Tabares
Fecha: 13/04/2013

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA [ ]

OPERARIO [X]

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO por unidad	PREGUNTARSE: COMBINAR (QUE)	ELIMINAR (POR QUE)	MEJORA (COMO)	SECUENCIA (CUANDO)	PERSONA (QUIEN)	LUGAR (DONDE)	OBSERVACIONES
Alistar el espacio de trabajo	●	⇨	□	D	▽			11,4							
espera por puentegrua	○	⇨	□	●	▽					X					
transporte caras 1 y 2	○	●	□	D	▽		24	7,4							puentegrua
atornillar (2) caras	●	⇨	□	D	▽			4,7							tornillos
tranporte 3 cara	○	●	□	D	▽		24	8,2							
atornillar 3 cara	●	⇨	□	D	▽			5,8							
esmerilar cordon de soldadura	●	⇨	□	D	▽			5,9							
espera por puentegrua	○	⇨	□	●	▽					X					
transportar 4 cara	○	●	□	D	▽		3	6,8							
ajuste dimensional	○	⇨	■	D	▽			28,5			X				
puntear soportes diagonales	●	⇨	□	D	▽			18,6							
verificar la dimension	○	⇨	■	D	▽			8,0							
atornillar la 4 cara	●	⇨	□	D	▽			36,6							
colocar soportes	●	⇨	□	D	▽			296							
transportar lamina	○	●	□	D	▽		7	6,28							
atornillar la pieza que completa la tolva	●	⇨	□	D	▽			30,4							
verificar las dimensiones	○	⇨	■	D	▽			3,46							queda larga la pieza
transportar pieza a cortar	○	●	□	D	▽		4	4,44							
transportar equipo de plasma	○	●	□	D	▽		30	4,42							
alistar equipo plasma	○	⇨	□	●	▽			0,13							
trazo	●	⇨	□	D	▽			4,51							
cortar	●	⇨	□	D	▽			14,1							plasma
esmerilado	●	⇨	□	D	▽			19,5							
transportar	○	●	□	D	▽		1	1,15							
atornillar lamina	●	⇨	□	D	▽			36,9							
Alistar espacio de trabajo	○	⇨	□	●	▽			34,2							
verificar la dimension de las diagonales	○	⇨	■	D	▽			101							

Figura 84. (Continuación) Diagrama Analítico Metodo Mejorado para la produccion del Cuerpo de la Tolva.

Pagina 2 de 2

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiempo	No	
⬭	17	1645	17	1645,25	0	0
⇨	8	117,36	8	117,36	0	0
▭	4	269,199	4	140,422	0	129
D	6	257	2	34,3032	4	222
▽						
Distancia Recorrida	Metros		Metros			Metros

Metodo: Actual [X] Mejorado

Empieza: Alistar el espacio de trabajo

Termina: Soldar lamina Fora

Elaboró: Luisa Fernanda Tabares

Fecha: 13/04/2013

CURSOGRAMA ANALITICO TIPO: MATERIA ☐

OPERARIO ☐

ACTIVIDAD	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAM	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	PREGUNTARSE: QUE COMBINAR	POR QUE ELIMINAR	COMO MEJORA	CUANDO SECUENCIA	QUIEN PERDONA	DONDE LUGAR	OBSERVACIONES
esperar el puentegrua	○	⇨	☐	●	▽					X					
voltear la pieza	○	●	☐	D	▽			78,7							
limpieza mecanica para poner atiezadores	●	⇨	☐	D	▽			13,2	53						son cuatro caras
trazo posicion de atiezadores	●	⇨	☐	D	▽			37,1							son cuatro caras
armado de atiezadores	●	⇨	☐	D	▽			247							son cuatro caras
esperar el puentegrua	○	⇨	●	▽						X					
desarmar la tolva	●	⇨	☐	D	▽			156							
soldar la lamina FORA	●	⇨	☐	D	▽			707							FORA
	○	⇨	☐	D	▽										
	○	⇨	☐	D	▽										

5.8 COMPARACION ENTRE ACTUAL Y MEJORADO

Se espera que implementando las acciones de mejora propuestas en el presente proyecto, se logre un aumento en la productividad de la compañía. Por lo que a continuación se realiza una comparación entre la metodología actual y la propuesta donde se espera que la implementación de las nuevas metodologías propuestas ayude a mejorar la efectividad del taller y por consiguiente se logre cumplir con los tiempos de entrega y presupuestos de los proyectos.

En este capítulo se presenta un análisis de los métodos actuales vs los métodos mejorados o propuestos, presentando la disminución de los tiempos de ciclo de cada técnica de trabajo.

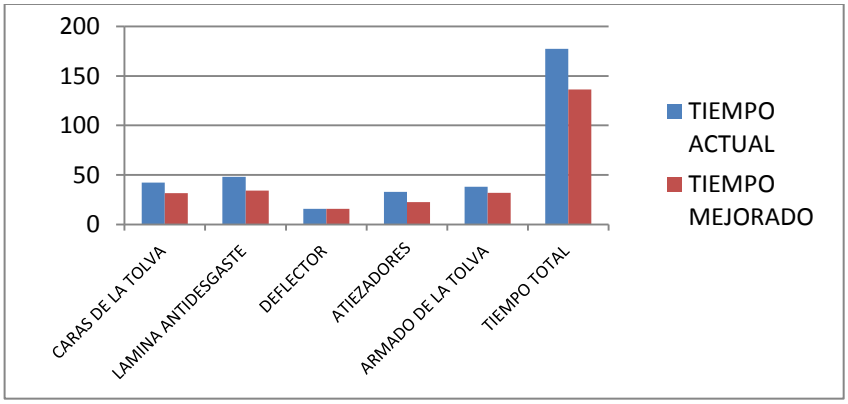
Se demostrará el beneficio a través de gráficos comparativos, donde básicamente se cruzan los datos actuales con los propuestos, comprobando las variaciones y evidenciando la mejoría en la productividad cuando es aplicado el mejoramiento.

Por medio del estudio del trabajo se pudo hacer un comparativo de la situación actual y la mejora de los puntos claves que se evidenciaron en el estudio de métodos como los alistamientos, demoras por falla en la maquinaria, existencia de poca herramienta, espera por materia prima, almacenamiento de producto en proceso, y transportes por lejanía entre operaciones subsecuentes e inadecuada distribución de las operaciones en la planta.

Cuadro 29. Tiempo del método actual Vs. Tiempo del método mejorado (horas)

ENSAMBLES DE LA TOLVA	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO MEJORADO	VARIACION
CARAS DE LA TOLVA	42.21	31.75	10.46
LAMINA ANTIDESGASTE	48	34.13	13.86
DEFLECTOR	15.77	15.73	0.04
ATIEZADORES	33.10	22.6	10.5
ARMADO DE LA TOLVA	38.11	32	6.11
TIEMPO TOTAL	177.19	136.21	36.24

Figura 85. Comparativo entre el tiempo del método actual Vs. Tiempo del método mejorado



Para las caras de la tolva, se logró reducir 10.46 horas de tiempo que equivalen al 25% del tiempo original; para el segundo ensamble lamina anti desgaste se alcanzó una disminución del 29% del tiempo original, lo que equivale a 13,86 horas, en el deflector se logró disminuir el tiempo de ejecución en 0.04 horas, los atiezadores en 10.5 horas (32% de reducción) y por último para el armado de la

tolva se consiguió reducir en un 23% del tiempo original este porcentaje en horas corresponde a 1.18 horas de ahorro.

5.8.1 Comparación método actual Vs mejorado en las caras de la tolva

RESUMEN						
ACTIVIDAD	MEJORADO		ACTUAL		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiemp	No	Tiempo
⬭	23	1217	26	1277	3	60
⇨	10	43,2	10	70,13	0	27
▭	3	9,13	5	14,1	2	5
⊃	2	3,0	5	31,99	3	29
▽	1	633	1	1140	0	508
Distancia Recorrida	Metros 169,9		Metros 218,68		Metros=48,78	

- Análisis de comparación

Se logró disminuir el tiempo por esperas de maquinaria con la implementación de mejoras en las condiciones actuales de los equipos y a través de la implementación del mantenimiento autónomo de las maquinas claves como la cizalla, el torno y la fresa. El control y seguimiento al plan de mantenimiento existente actualmente en la empresa permitió disminuir los tiempos muertos por maquinas dañadas y no disponible. El tiempo utilizado por esperas de equipos dañados como el puente grúa que según los expertos acabo con su ciclo de vida, se logra disminuir al proponer la inversión en equipos deteriorados, con lo que el tiempo de espera por herramienta que se encontraba en reparación disminuyo.
Los altos tiempos de transporte de materia prima se lograron disminuir a partir de la implementación de un rediseño de planta, en donde la zona de corte se ubicó a cuatro metros de la zona de almacenamiento.
En la figura 86 se puede observar el tiempo que se logró reducir con la implementación de las propuestas. Se logró reducir 10.46 horas en total de tiempo que equivalen al 24% del tiempo original.

5.8.2 Comparación método actual Vs mejorado Cuerpo de la tolva

RESUMEN						
ACTIVIDAD	ACTUAL		MEJORADO		DIFERENCIA	
	No	Tiempo	No	Tiempo	No	
⬭	17	1645	17	1645	0	0
⇨	8	117,36	8	117,4	0	0
▭	4	269,199	4	140,4	0	129
⊃	6	257	2	34	4	222
▽						
Distancia Recorrida	Metros 92,5		Metros 92,5		0 Metros	

- Análisis de comparación

Con la implementación de las propuestas proyectadas en este proyecto se logró iniciar en el taller con la planificación de las actividades y la medición de los rendimientos de los operarios, lo que se evidencio satisfactoriamente en la ejecución del armado del equipo al mejorar en los tiempos productivos. A su vez con la implementación del control e implementación del plan de mantenimiento así como la toma de decisiones gracias a la información que brinda este plan se logró justificar la inversión de equipos necesarios para la planta que permitieron disminuir los tiempos de esperas, tiempos muertos por el clima y largos tiempos de transporte por la manutención de las piezas al tener que trasladarlas de un lugar a otro por la falencia de una planificación anticipada, con lo que el flujo del producto se mejoró reduciendo tiempos de transporte.

En la figura 87 se puede observar el tiempo que se logró reducir con la implementación de las propuestas. Se logró reducir 1.18 horas en total de tiempo que equivalen al 16% del tiempo original.

5.8.3 Diagrama de recorrido del método actual Vs el método mejorado

La ejecución del método actual presenta la siguiente secuencia en las operaciones, las cuales se pueden apreciar en la siguiente imagen:

1. Transporte de materia prima
2. Corte
3. Corte con plasma de las caras
4. Perforado
5. Armado
6. Soldadura de lámina fora.
7. Soldadura de lámina fora
8. Almacenamiento de producto en proceso
9. Sandblasting
10. Pintura
11. Almacenamiento de producto terminado

La ejecución del método mejorado presentas la siguiente secuencia de operaciones, las cuales se pueden apreciar en la imagen que sigue:

1. Transporte de materia prima
2. Corte con cizalla
3. Corte con plasma
4. Perforado en geka
5. Armado

6. Soldadura
7. Almacenamiento de producto en proceso
8. Sandblasthing
9. Pintura
10. Almacenamiento de producto terminado

Figura 86. Diagrama de recorrido para el proceso productivo actual

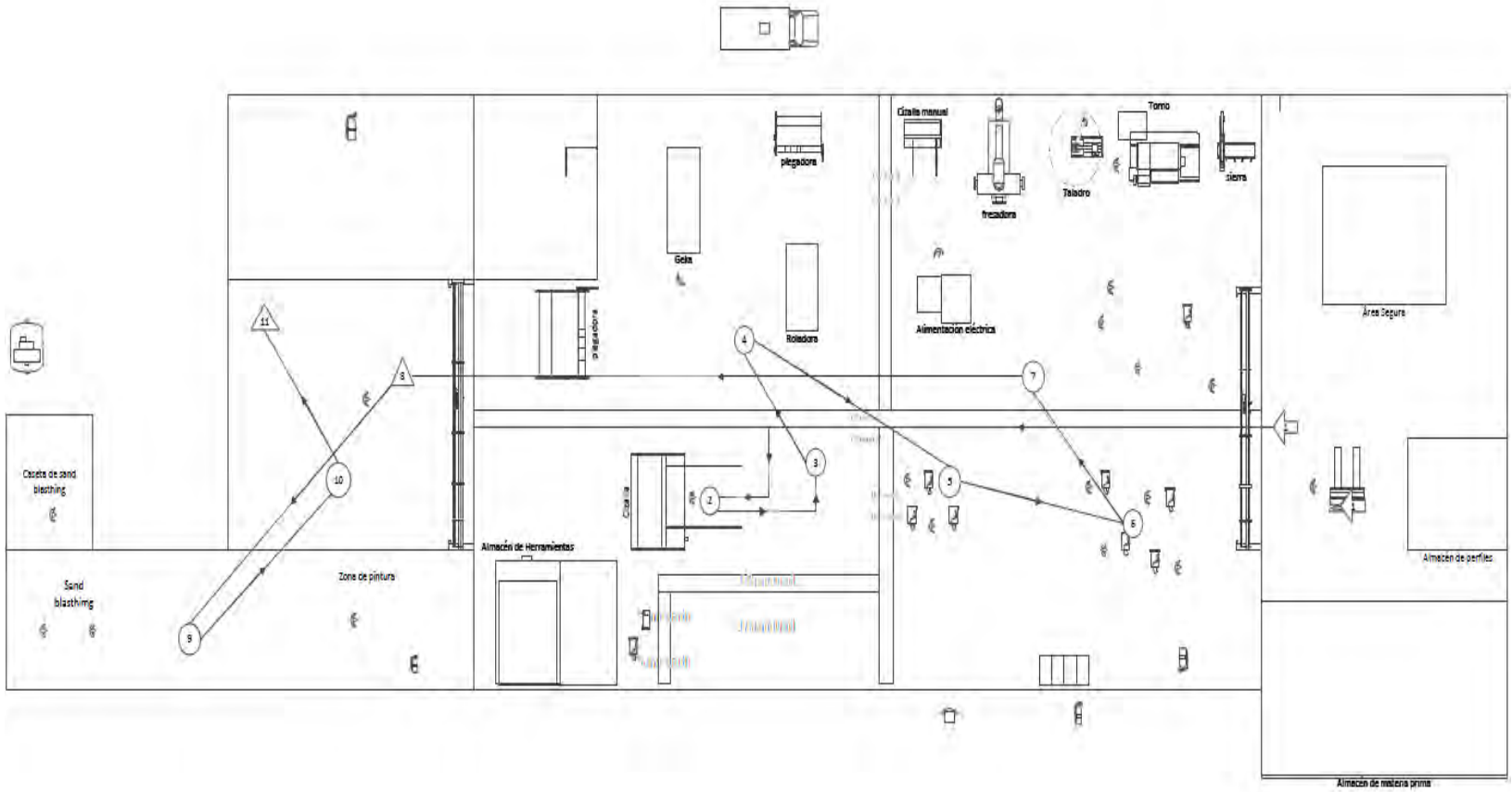
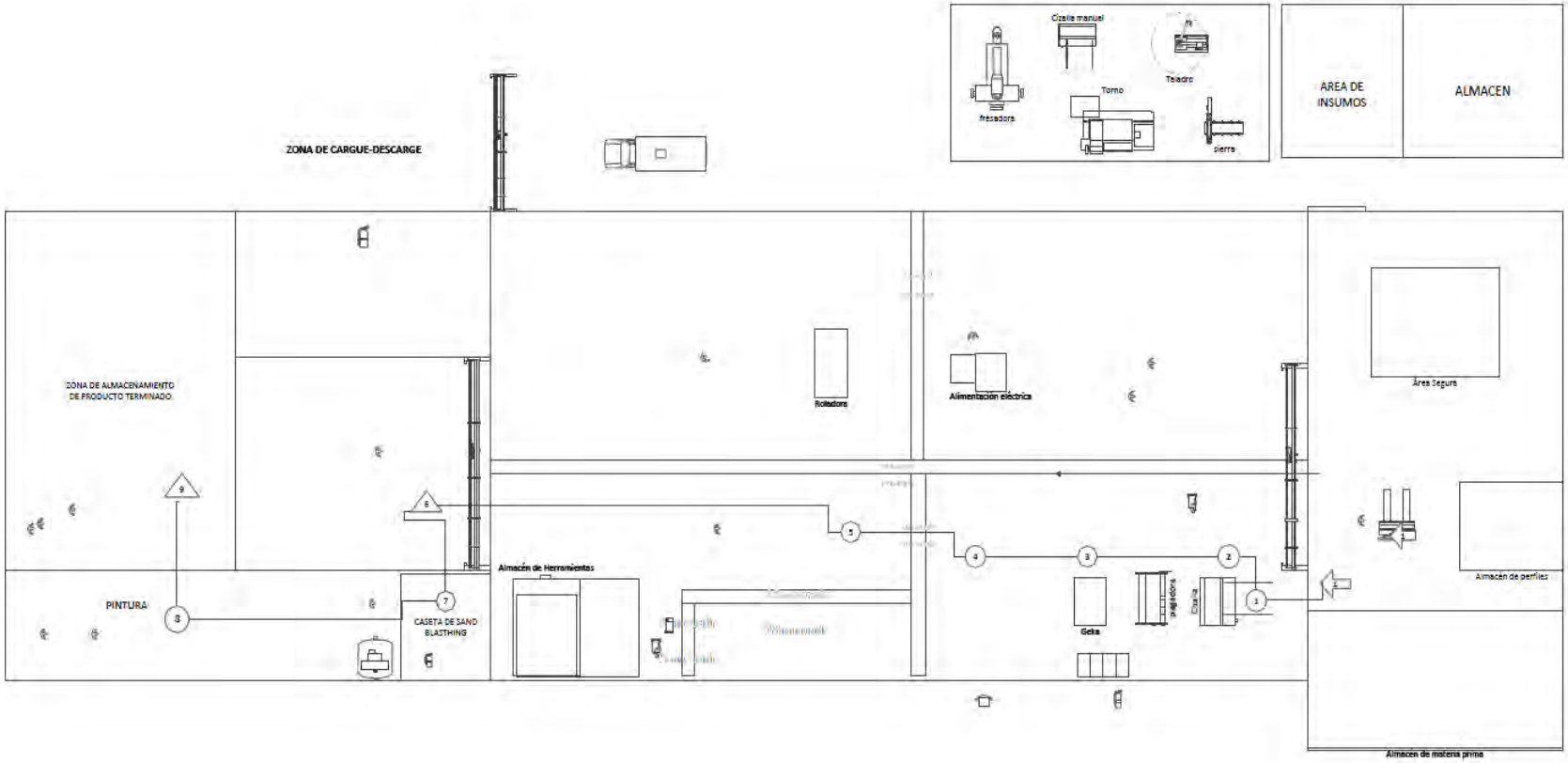


Figura 87. Diagrama de recorrido para el proceso productivo mejorado



5.8.4 Indicadores

Los indicadores es una medida cuantitativa o cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar que también está funcionando un sistema, dando alertas sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar decisiones para solucionarlo. A continuación se mostrara un indicador el cual permitirá hacer una comparación del porcentaje de utilización del tiempo para el método que se lleva a cabo para fabricación de las caras de la tolva y el armado de estas, tanto del actual como del mejorado.

Cuadro 30. Porcentaje de utilización del tiempo

$$\%\ \text{utilizacion tiempo} = \frac{\text{tiempo real productivo}}{\text{tiempo productivo}} * 100$$

Tiempos (Horas)	fabricación caras de la tolva		Armado de la tolva	
	Actual	Mejorado	Actual	Mejorado
Tiempo productivo	2533	1905	2287	1937
Tiempo improductivo	1256	687.8	643.1	292.1
Tiempo Real productivo	1277	1217	1644	1645
% de utilización de tiempo	50%	64%	72%	85%

Los datos se tomaron del estudio de tiempos que se llevó a cabo en el proyecto, donde se contempló las operaciones necesarias para realizar el proceso de fabricación de la Tolva.

En el cuadro 29 se puede observar como para cada método de trabajo se logra alcanzar una mejor utilización del tiempo real de producción, ya que para la producción de las caras de la tolva se logró llegar a utilizar un 64% del tiempo productivo, permitiendo así una mayor cantidad de Kilogramos procesados por hora. Para el armado de la tolva se logró utilizar el 85% de tiempo productivo especialmente disminuyendo las esperas teniendo disponible la maquinaria para trabajar.

6. CONCLUSIONES

- La implementación de los diagramas de procesos en los estudios de métodos y tiempos, ayuda a la persona encargada de la producción a realizar mejoras en el proceso productivo reduciendo el tiempo del ciclo y por ende aumentando el nivel de producción.
- La estandarización es una herramienta vital para el área de producción de cualquier compañía que pretenda ser competitiva. Con la estandarización de los procesos en la organización se logró una disminución de los tiempos improductivos (ver cuadro 29), ya que permite llevar controles y planear la producción, además mejorar la calidad y maximizar el uso de los recursos.

Cuadro 31. Porcentaje de utilización del tiempo

Tiempos (Horas)	fabricación caras de la tolva		Armado de la tolva	
	Actual	Mejorado	Actual	Mejorado
Tiempo Real productivo	1277	1217	1644	1645
% de utilización de tiempo	50%	64%	72%	85%

- El estudio del trabajo permite medir el desempeño de los recursos (humanos y tecnológicos) en los procesos productivos que se realizan en la planta, lo cual permite a la directivas tomar decisiones relacionadas con el funcionamiento.
- El hacer un diagnóstico permite detectar tiempos perdidos y/o métodos inadecuados de trabajo en el desarrollo de una tarea, esto es de vital importancia si se desea proponer soluciones las cuales garanticen una la eficiencia de la planta, ya que se ataca el problema raíz.
- Por medio del estudio del trabajo se logró determinar el tiempo estándar para las diferentes operaciones de los distintos ensambles que forman la tolva de 12 m^3x 3m x 2.8m como se observa en el cuadro 30, sirviendo de base para mejorar la planeación de la producción y como consecuencia de esto conseguir tiempos de entregas óptimos.

Cuadro 32. Tiempo estándar para la fabricación de la Tolva

ENSAMBLES DE LA TOLVA	TIEMPO ESTANDAR (horas)
CARAS DE LA TOLVA	42.21

LAMINA ANTIDESGASTE	48.55
DEFLECTOR	16
ATIEZADORES	33.1
ARMADO DE LA TOLVA	38.42
TIEMPO TOTAL	178.28

- Para la planta es importante encontrar maquinaria disponible para su uso, y como lo demuestra el estudio del trabajo el control y seguimiento del plan de mantenimiento ahorra gastos en el área de producción al evitar tiempos improductivos, reprocesos, perdida de materia prima y altos costos por reparaciones y repuestos, que se traducen en una de las causas de los retrasos en las entregas de las ordenes. También al mantener el control de dicho plan se pueden justificar inversiones necesarias y medir la trazabilidad de los activos herramienta clave para la toma de decisiones.
- Reasignar espacios y buscar el flujo continuo del producto evita que aparezcan tiempos improductivos por movimientos, alistamientos y manutenciones para la realización de las actividades necesarias en la elaboración de un producto.

7. RECOMENDACIONES

- Es necesario que la gerencia de la empresa Inagromecanica, representada por su gerente general y jefes del área de producción asuman con total compromiso el cumplimiento de las mejoras planteadas.
- Es importante que se realice reuniones internas con el fin de hacer evaluaciones del proceso y del desarrollo del trabajo de cada uno de los involucrados.
- Revisar y actualizar permanentemente la ejecución de las propuestas con el fin de mejorar continuamente los procesos por medio de acciones correctivas y oportunas.
- Se requiere capacitar al personal para seguir con la política de mejoramiento continuo.
- Se recomienda que todas las áreas de la empresa estén comprometidas con el mejoramiento y el crecimiento de la compañía generando sentido de pertenecía por ella.
- Implementar un ente y mecanismo de control y seguimiento al plan de mantenimiento preventivo, el cual estaría encargado de la actualización de la información referente al mantenimiento preventivo de la maquinaria y de crear alertas en la ejecución del plan de mantenimiento preventivo.
- Se recomienda la inversión en la compra de dos máquinas identificadas como cuellos de botella en la planta debido a su deterioro, como lo son el puentegrua de 10 Ton que tiene un valor de $42.420.00 y el montacarga de la empresa con un costo de $180.000.000.
- Se recomienda reubicar el área de corte del taller, con el objetivo de disminuir el tiempo de transporte de la materia prima hacia la primera operación que se efectúa en el flujo del proceso, disminuyendo a su vez la utilización de herramientas de izaje y riesgos de accidentes. Bajo el principio de la mínima distancia se propone una nueva zona de corte.
- Se recomienda reubicar el área de despacho para permitir el correcto flujo del producto en el taller aun en los días de cargue de producto terminado. Actualmente el flujo del producto en proceso de la planta se detiene por la operación de cargue y la maquinaria y mano de obra destinada a producción se utilizan en esta operación, por lo que es necesario invertir en una zona de despacho para que la producción no se detenga ni disminusca su eficiencia cuando el cargue se lleva a cabo.
- Se recomienda la implementación de la metodología 5´s en la zona de almacenamiento de producto terminado y el área de pintura, con el objetivo de minimizar movimientos repetitivos de este tipo de producto y utilizar eficientemente el espacio que necesita el taller para la producción de los equipos.
- Se recomienda adoptar un sistema de granalla para la operación de sand blasthing con el fin de evitar daños en el medioambiente, a los trabajadores que llevan a cabo esta labor y evitar la acumulación de desechos de arena que impiden el flujo continuo del producto en el área de sand blasting.

- Con el objetivo de corregir la deficiente ejecución sobre los presupuestos de los proyectos, lo que genera sobrecostos, poca flexibilidad en la empresa y retrasos sobre los tiempos de entrega, se recomienda la asignación de tiempos a las operaciones del proceso productivo la generación de un plan de taller en cada proyecto así como la medición de la eficiencia de cada operario a partir de metas asignadas.

BIBLIOGRAFIA

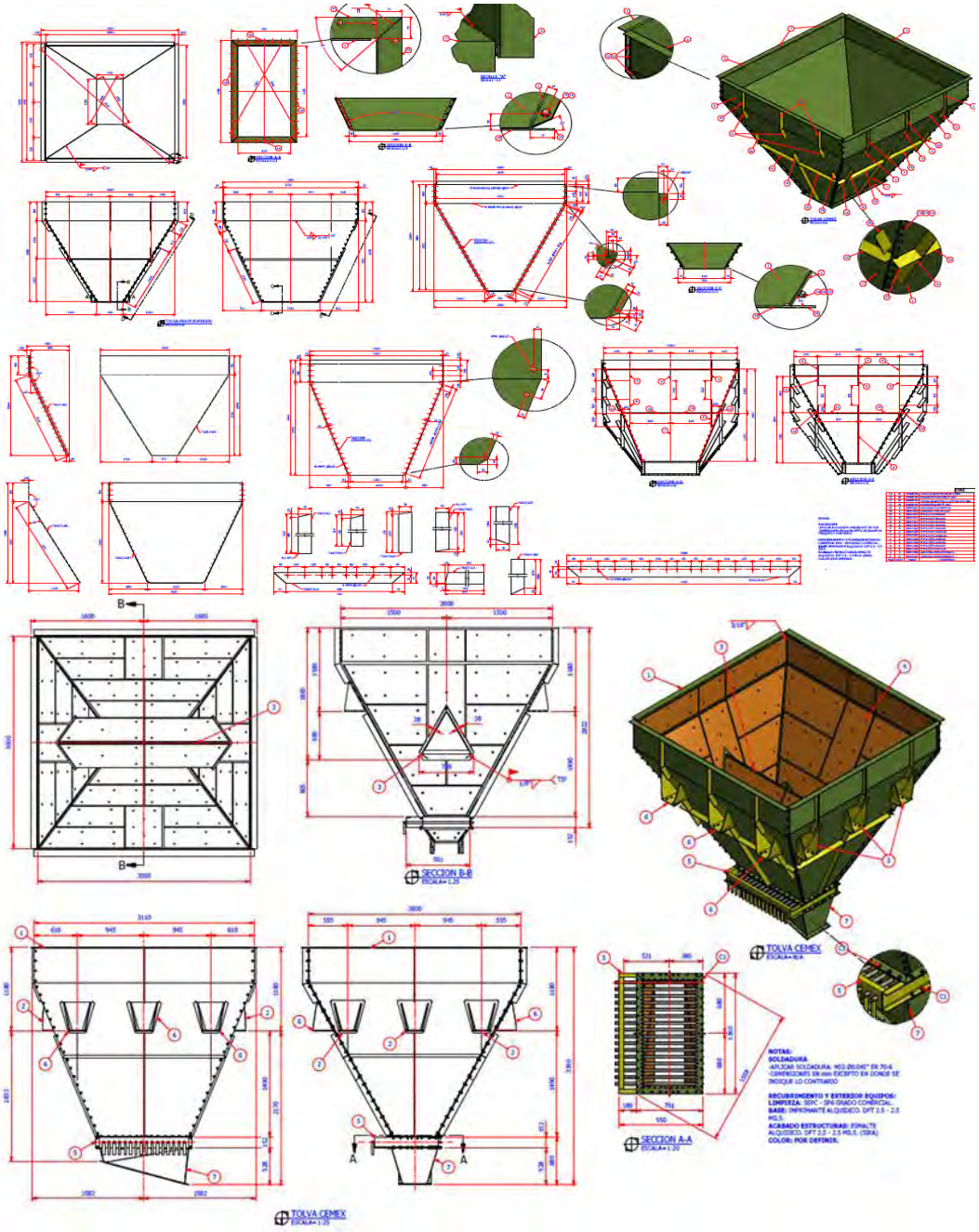
- ARIAS, Giovanni. Ingeniería de métodos: Guía para clase. [En línea]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2012 [consultado 1 de Febrero de 2013]. Disponible en Internet: www.uao.edu.co/moodle/.
- CASTAÑEDA, Jesús David, Valoración del estado actual de las pymes metalmecánicas mediante la aplicación de la herramienta de diagnóstico logístico en un pilo local. EN El hombre y la máquina. Julio-Diciembre, 2004. Vol. 1, no 1, .p 42-51.
- CHABALA, Lila Mercedes, Diagnostico y mejoramiento de una metalmecánica, utilizando los métodos de la cadena de valor (VSM), 5´S y cambios rápidos (SMED), Trabajo De grado Ingeniero Industrial. Guayaquil, Ecuador. Escuela superior politécnica del litoral. 2008. 152 p.
- Castañeda, Jesús David. Desarrollo e implementación de líneas estratégicas de competitividad y productividad para las Pyme Metalmecánicas de la Zona
- NEIRA, Alfredo. Técnicas de medición del trabajo. FC Editorial: 1998, p 277.
- NIEBEL, Benjamín W. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Ed. Alfa omega, México 2004.512 p 55.
- NORMAN, Gaither; y FRAIZER, Gerg. Administración de producción y operaciones. Octava edición. Thompson editores.1999. Pág. 594. ISBN 970-686-0.31-2.
- OIT. Introducción al Estudio del Trabajo. Limusa Editores: 2000, Pág. 273.
- Pacifico. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. Noviembre 2002.
- Palacios Acero, Luis Carlos. Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Medida del trabajo.1 ed. Bogotá, D.C., agosto de 2009. 1 p. ISBN 978-958-648-624-8.
- RODRÍGUEZ, Mauricio. El método MR maximización de resultados para la pequeña empresa de servicios. Grupo editorial norma, 2005. 155 p.
- ROMERO, Rosalba María, Diagnostico para empresas del sector metalmecánico utilizando la técnica MICT para capacidad tecnológica. Trabajo de grado ingeniera de producción. Bogotá DC. Universidad EAN. 2012. 112 p.
- RUA, Katherine, Estandarización y mejoramiento del proceso de empaque de elementos de fijación (tornillos) en industrias CATO S.A. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Santiago de Cali. Universidad Autónoma de Occidente. 2013. 57 p.
- Suplementos%20por%20descanso040325.pdf.
- Tabla de suplementos por descanso. [En línea]. [Consultado 30 de junio de 2011]. Disponible en Internet: http://materias.fi.uba.ar/7153/pub/03Ingenieria %20de%20la%20manufactura/03-cl-.
- TIEMPO, MOVIMIENTO Y TRABAJO [en línea]: Estudio de tiempo y movimiento. Rosario Revista virtual procesos industriales, 2009 [consultado 12 de

Febrero de 2013]. Disponible en Internet: http://www.elprisma.com/apuntes/ curso.asp ?id=10196.

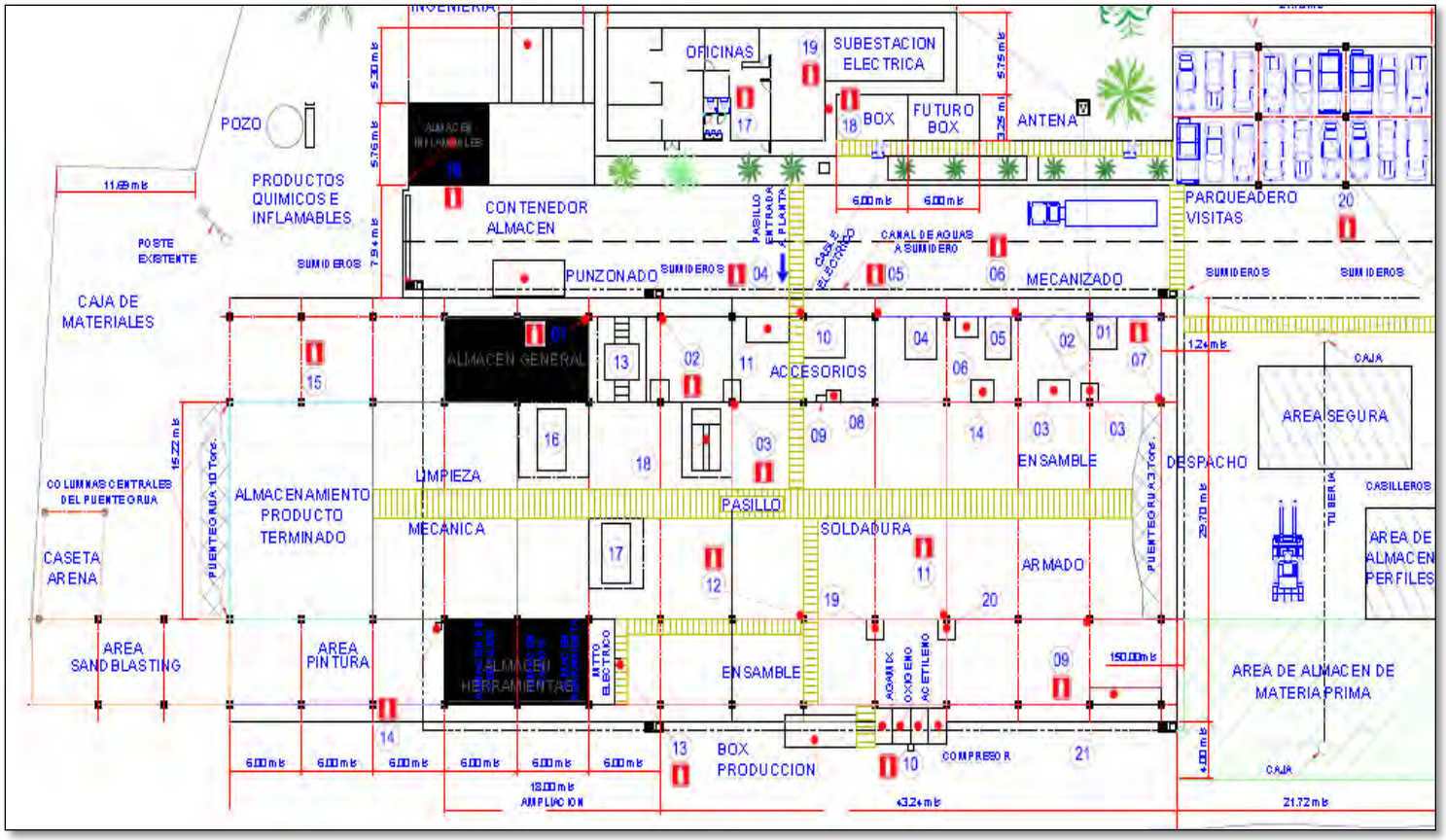
- TORMERO, José Iván, Análisis operacional del proceso productivo en la empresa metalmecánica TOMIS.A. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. República Bolivariana de Venezuela. Antonio José Sucre. 2009. 92 p.

ANEXOS

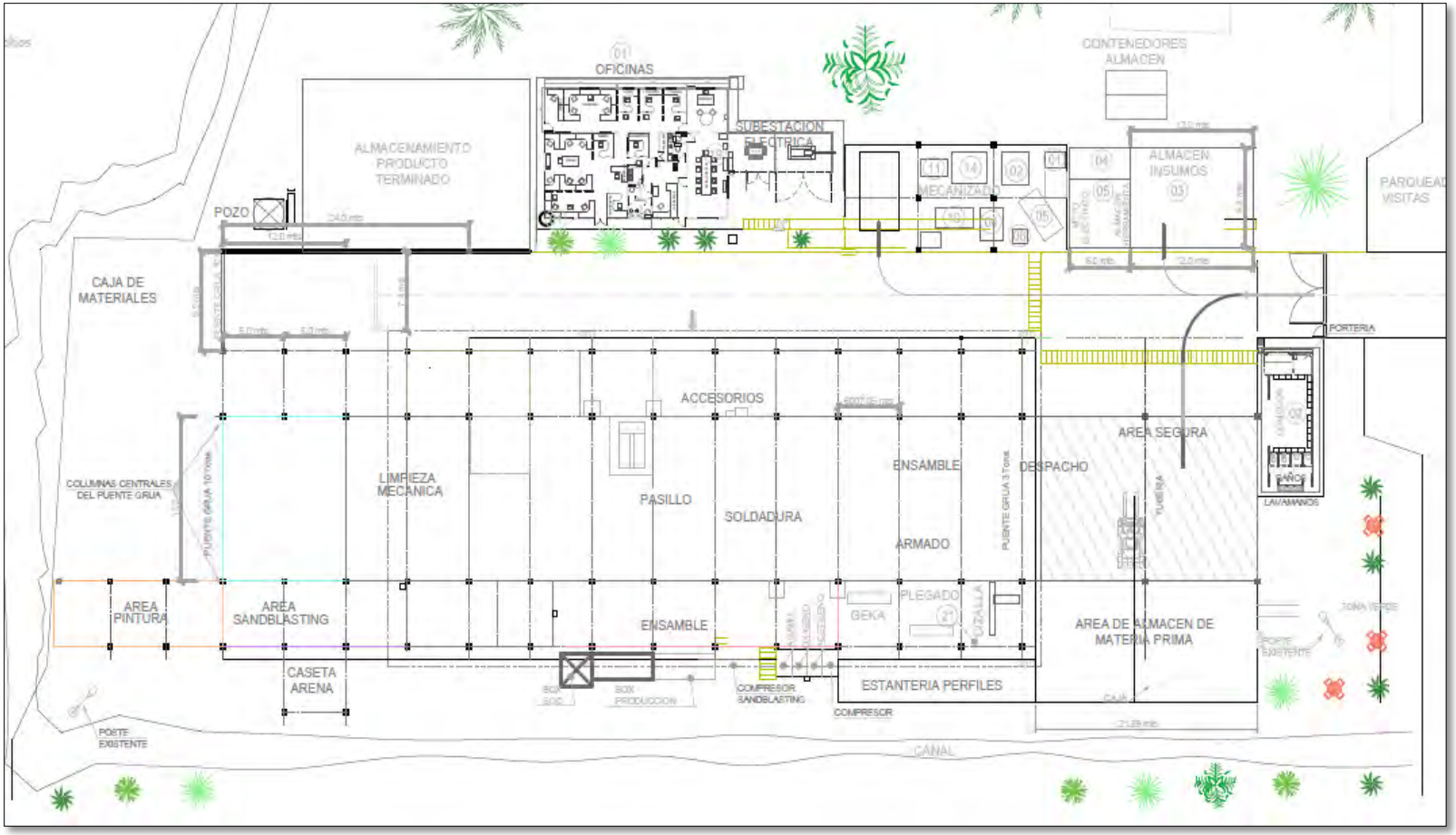
Anexo A. Plano de la tolva



Anexo B. Plano Actual de la Planta



Anexo C. Rediseño de planta



Anexo D. Especificaciones de las maquinas utilizadas en Inagromecanica

- Cizalla CNC.

La Cizalla CNC se utiliza para hacer cortes rectos en lámina, en todo tipo de material ferroso o no ferroso (Aluminio, Acero al carbón, Inoxidable), excepto láminas aceradas. Cada 8 horas de trabajo se debe lubricar la cuchilla de corte.
La Cizalla CNC maneja los siguientes parámetros:

Tipo de Material	Espesor de corte
acero (45Kg/mm^2)	13 mm
acero inoxidable	8 mm
Ángulo de corte nominal acero	10 mm
Ángulo de corte nominal acero inoxidable	6.5 mm
Longitud de corte	3050 mm
Curso del tope	1100 mm
Ángulo de corte	2.0 / 3.5 grados
Cuello de cisne:	410mm

- Oxicorte: no utilizado en acero inoxidable.

Oxicorte con antorcha: La antorcha se utiliza principalmente para hacer cortes circulares, destajos y cortes rectos que no se pueden hacer en la cizalla CNC por el espesor de la lámina o las características del corte. Se utiliza para cortar lámina y todo tipo de perfilería (vigas, canales, tuberías, etc.) principalmente en acero al carbón, en todos sus calibres y espesores.

Algunas recomendaciones que se deben tener en cuenta son:

- Seleccionar la boquilla de acuerdo al tipo de material y espesor.
- Verificar antes del corte que los cilindros (oxígeno y acetileno) estén llenos.
- Verificar el estado de las mangueras (que no haya fugas).
- Verificar el estado de los manómetros, reguladores y arrastradores de llama.
- Revisar y controlar la presión según el material y el espesor de éste.
- Verificar que la boquilla este limpia.

Oxicorte con pantógrafo: El pantógrafo se utiliza principalmente para cortar figuras geométricas irregulares en piezas pequeñas (60cm largo x 60cm ancho). Sólo se pueden cortar láminas en acero al carbón.

Para cortar en el pantógrafo de Inagromecanica, se requiere necesariamente plantillas de corte en papel máximo de 60cm x 60cm, en escala 1:1.
Algunas recomendaciones que se deben tener en cuenta para cortar en el pantógrafo son:

- Verificar que todos los instrumentos estén conectados (cables, mangueras)
- Verificar el recorrido del lente sobre la plantilla antes de cortar.
- Revisar y controlar la presión de acuerdo al tipo de material y espesor
- Seleccionar la boquilla de acuerdo al tipo de material y espesor.
- Revisar la verticalidad de las boquillas al iniciar el corte.

Corte con pantógrafo recto manual o tortuga: Se utiliza principalmente para hacer cortes rectos de gran longitud y cortes circulares de gran diámetro. Se utiliza en láminas, en todos sus calibres y espesores.

Cizalla Punzonadora GEKA: Se utiliza principalmente para cortes o destajes especiales como: ángulos, ejes, cuadrados y platinas en las siguientes especificaciones:
Ángulos: 6 – ½ “ x 6 – ½ “ → Calidad del material A36

Platinas: 24” 5/8” → Calidad del material A36
Barras: Ø 2” → Calidad del material 1020
⧄ : 2” x 2” → Calidad del material 1020
Tope: 1,10 m ± 43”

Sierra eléctrica: Utilizado principalmente para cortar ejes y perfilería en acero al carbón e inoxidable, se puede cortar con tope longitudes hasta de 70 cm.
El tipo de diente y la calidad de la segueta se escoge de acuerdo al tipo de material (Inoxidable, carbón).

Tronzadora: Utilizado principalmente para cortar perfiles estructurales, tuberías y ejes en materiales ferrosos. Se puede cortar longitudes mínimas de 3”.

Corte manual (Cizalla manual, tijeras o segueta). Se utiliza para cortes en lámina delgada (latón) hasta calibre 18.

Plasma (Aire y corriente eléctrica): Equipo de corte utilizado para cortar acero inoxidable hasta 3/8” de espesor.
Algunas recomendaciones que se deben tener en cuenta al utilizar este tipo de corte son:

- Escoger la boquilla apropiada para el tipo y espesor del material.
- Seleccionar la presión de trabajo de acuerdo al material (espesor y tipo)
- Seleccionar la potencia de trabajo de acuerdo al espesor del material.

Taladro de Árbol: Se caracteriza por tener aplicaciones en todo tipo de materiales, brinda gran precisión y exactitud en perforaciones repetidas, presenta cinco velocidades para mayor versatilidad y control en las aplicaciones y presenta un potente motor de 1/3 HP, de alto desempeño y larga vida, tiene una escala de profundidad y ofrece un mayor control al perforar. Sus principales aplicaciones son la perforación en metal, madera y plásticos, perforaciones repetitivas, perforaciones en ángulos, lijado con tambor y escoplado para ensambles.

Taladro magnético: Máquina-herramienta que tiene un diámetro de corte (máximo) con cortador anular 1-1/2"(38mm). La profundidad de corte con cortador Anular (fresa) (máximo) 2 "(50mm). Capacidad de corte con brocas solidas o convencionales y shuck de ½" de diámetro por 4 ½" de profundidad.
El taladro Magnético utiliza cortadores anulares que permite ahorrar tiempo y energía garantizando un fresado libre y limpio de rebabas en comparación con las brocas solidas o convencionales, ya que corta solo la periferia del agujero. Portatil ligero 12kg, taladra en todas las posiciones, sistema imán inteligente. Potente motor 1080watt, 120 voltios, 9 amp, 450 RPM.
Recomendaciones al usar esta herramienta: 1) ajuste del taladro antes de iniciar procesos y cada 30 perforaciones. 2) Uso del refrigerante 3) Avance sostenido de corte se observan virutas largas y sin cambio de color, 4) No utilizar fresas sin filo, ni aumentar presión de avance5) Temporizador de trabajo, actúa descansando motor ante exceso de trabajo.6)limpieza de fresa ante cada corte y del fondo del iman.7)Ante trabajos en altura sujetar o amarrar para que no caiga ante corte de electricidad.8) uso de extensión con cable de calidad 9) Evitar que penetre líquidos al motor durante ejecución del trabajo o mantenimientos.10)Ante vibraciones detener el equipo antes que falle o se rompa la fresa.11) Revisión carbones.

Plegadora. En este equipo se pliegan láminas. Las especificaciones de la maquina son:
- Motor de 9,2 KW a 1460 r.p.m.
- Consumo de 19 A a 380 V.
- Bomba de 27 l./m.
- Pistón de doble efecto (120 Tm).
- Presión de la bomba hidráulica 210 Kg.
- Peso total de 9000 Kg.
- Motor del tope de 0,88 KW
- Escote 330 mm.
- Longitud de plegado entre montantes 2700.
- Longitud de plegado total 3030 mm.
- Recorrido total del tope 700 mm.
- Recorrido máximo del punzón 100 mm.

Máquinas de Soldar: Se utilizan equipos de soldadura MIG, los cuales están diseñados para realizar soldaduras sobre todo tipo de materiales, como acero, acero inoxidable, acero galvanizado o cincado y aluminio.

En esta máquina la antorcha de soldadura, dispone de un potenciómetro en la propia empuñadura, y utiliza cables para conducir la corriente eléctrica y mangueras para conducir el gas y el agua.

Torno: Equipo de mecanizado utilizado para maquinar piezas a partir de actividades como el torneado, taladrado, cilindrado, mandrinado, refrentado, roscado, conos, ranurado, escariado y moleteado.

Características	Especificaciones Técnicas
Max. Oscilación Sobre Bancada (mm)	360 (14''')
Max. Diám. de Oscilación Sobre Brecha (mm)	506 (19 ")
Max. Diám. Sobre el Carro (mm)	215 (8")
Ancho de la Bancada (mm)	186 (7")
Max. Longitud de la Pieza de Trabajo (mm)	1000 (40")
Nariz del Husillo (mm)	D1 - 4
Diám. Del Husillo (mm)	38 (1.5")
Diám. de la Forma Cónica del Husillo (mm)	M.T. No. 5
Pasos de Velocidades del Husillo	8
Gama de Velocidades del Husillo (rpm)	70 - 200
Potencia del Motor (Hp).	2.0
Dimensiones Totales (Largo x Ancho x Alto) (mm)	1900 x 710 x 1170
Peso Neto de la Máquina (Kg)	710

Fresa: Equipo perteneciente a la operación de mecanizado que se utiliza para desbastar material utilizando un cortador o cortadores cilíndricos que desbastan la pieza a fabricar, utilizando los bordes afilados del cortador, y el corte se realiza moviendo la pieza en por lo menos tres ejes de movimiento.

Cepillo: Esta máquina se emplea para producir superficies planas con una herramienta de corte de punta mediante remoción de material por arranque de viruta. Las piezas se fijan en una prensa y la cuchilla de corte sobre el mismo impulsado por una corredera.
Aunque el uso principal del cepillo en la planta es para cortar superficies irregulares, también, corta ranuras, cola de milano y ranuras en T.

Anexo E. Cotización Puentegrua

MPG S.A.S.
Especialistas en Puentes Grua
& Ascensores de Carga

SOLUCIONES PARA IZAJE Y DESPLAZAMIENTO DE CARGA
* MONTAJE ELÉCTRICO Y MECÁNICO
* DISEÑO Y FABRICACIÓN
* ASESORÍA Y SOPORTE TÉCNICO
* SERVICIOS ELECTROMECÁNICOS EN GENERAL

Yumbo, Marzo 6 de 2012

Señores
INAGROMECANICA
Atn.
CALI
COT 2120

Contactar en MPG SAS: JAIVER MORENO OSORIO
Celular: 3186082952 - 0326902010
Correo Electrónico: proyectos@mpgcolombia .com
ingenieria@mpgcolombia.com

REFERENCIA: PUENTE GRÚA APOYADO PARA 5 TON.

Apreciado Cliente:
Atendiendo su amable solicitud, tenemos el gusto de presentarle oferta para diseño, suministro, montaje y puesta en marcha de Puente Grua para 5 Toneladas.

1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OFERTA

1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	PUENTE GRÚA MONORRIEL APOYADO
Capacidad de carga	5000 KG
Altura de Izaje	6 mt
Luz	15 mt
Recorrido	40 mt
Accionamiento Izaje	Eléctrico
Accionamiento recorridos	Eléctrico
Voltaje servicio	220 - 440 vac (60 Hz. 3 fases)
Alcance Del Suministro	2 Carros testeros, 1 Sistema Electrico de Potencia Tipo FESTON (transversal), 1 Sistema de Botonera Independiente, 1 Tablero Principal, 1 Polipasto a cable con Trolley Eléctrico para 5 Toneladas, Pruebas de Carga y Funcionamiento.

2. ESPECIFICACIONES DEL POLIPASTO

MODELO	GM 1000.5000 H-242.41.9000.6.E 130.24
MARCA	ABUS
CAPACIDAD	5 TON
IZAJE DIPONIBLE	9000 mm
No DE CABLES	4 Ramales 1 punto fijo
VELOCIDAD DE IZAJE	1 y 6 m/min (doble velocidad)
POTENCIA DEL MOTOR PRINCIPAL	0.96 / 5.9 kW
FRENO DE IZAJE	Disco Electromagnetico
VELOCIDAD DE TRANSLACION	6 y 24 m/min (doble velocidad)
FRENO DE TRANSLACION	Disco Electromagnetico
POTENCIA DEL MOTOR TROLLEY	0.05 / 0.22 kW
TABLERO DE CONTROL	Incluido ABUS (tablero polipasto)
LIMITADORES DE RECORRIDO ARRIBA / ABAJO	Incluido
PROTECCION POR SOBRECARGA	Incluido
TROLLEY	Incluido
AJUSTABLE ANCHO DE VIGA	120 mm
PESO DEL POLIPASTO Y TROLLEY	383 Kg
VOLTAJE DE SERVICIO	440 Vac /60 Hz

3. ESPECIFICACIONES DE LOS CARROS TESTEROS

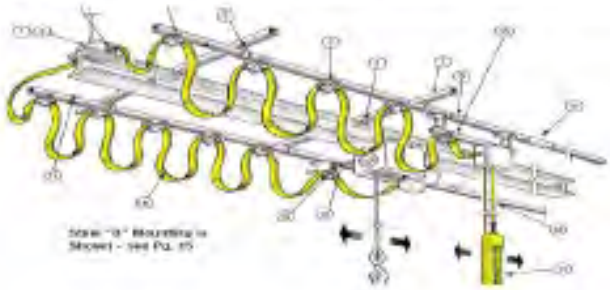
CARROS TESTEROS	
Modelo	MPGR160224
Potencia motores	1 KW
Motorreductores	2
Velocidades de salida testeros	12/26 m/min.
Ruedas conductoras	2
Ruedas conducidas	2
Frenos de los testeros	Incluidos
Carga admisible por testero	10000 Kg.

4. ACCESORIOS ELÉCTRICOS: TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL Y ESTACIÓN DE MANDO.

TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL PARA EL PUENTE	ESTACION DE MANDO PRINCIPAL
1 Tablero de Control para Puente Grúa apoyado que Incluye contactores, transformador para minimizar riesgo eléctrico en la estación de mando y contactor principal para corte de potencia Voltaje de servicio: 220- 440 v – 48 v	Botonera de control de 6 pulsadores y parada de emergencia, con cable redondo de control y doble guaya para alivio de tensión.

5. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA TRANSVERSAL POR SISTEMA DE FESTÓN DE CABLE PLANO.

CARACTERISTICAS	TRANSVERSAL	LONGITUDINAL
Longitud del recorrido	17 Mts	N/A
Cable plano	4 hilos potencia/12 hilos control	N/A
Cantidad de carros	Carros móviles cada 2 metros + 1 carro fijo y 1 carro arrastrador	
Espacio requerido para parqueo de los carros	70 mm x cada carro	



6. ALCANCE GENERAL Y PRECIOS DEL SUMINISTRO:

COMPONENTES ELECTROMECANICOS PARA UN GRÚA SEMIPORTICO:

EQUIPOS ELECTROMECANICOS PARA PORTICO 5 TON
1 Polipasto electrico a cable con trolley electrico
1 Juego de carros testeros R-160 **Completos**
1 Tablero de control principal
1 Botonera colgante para 6 movimientos
1 Sistema de alimentacion electrica transversal tipo FESTON
4 Bompers.
1 Conexionado electromecánico, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha

MPG S.A.S.
Especialistas en Puentes Grua
Accesorios de Carga

SOLUCIONES PARA IZAJE Y DESPLAZAMIENTO DE CARGA
* MONTAJE ELÉCTRICO Y MECÁNICO
* DISEÑO Y FABRICACIÓN
* ASESORÍA Y SOPORTE TÉCNICO
* SERVICIOS ELECTROMECÁNICOS EN GENERAL

VALOR DEL SUMINISTRO	$	44.420.000
COMPONENTES ESTRUCTURALES PARA SEMIPORTICO 3 TON		
Incluye:		
NOTA: El cliente realizara las obras civiles necesarias y cargas necesarias para el montaje y pruebas de carga.		
VALOR TOTAL DEL PROYECTO (MAS I.V.A)	$	44.420.000

REQUISITOS DE INSTALACIÓN.

El cliente suministrará los siguientes ítems para el correcto funcionamiento del sistema:

* Acometida eléctrica 3 fases y tierra a 440 V el Extremo del Puente a la Altura de las Vigas Carrilera conectada a un Breaker o Interruptor Principal.
* Punto de conexión para equipos de soldadura en sitio de montaje.
* **Grúa o montacargas para el montaje.**

CONDICIONES COMERCIALES.

TIEMPO DE ENTREGA:	4 SEMANAS
FORMA DE PAGO:	50% CON EL PEDIDO
	50% ENTREGA A SATISFACCIÓN

CORDIALMENTE,

ALCANCE ADICIONAL DE LA COTIZACION:

1. Todo el personal técnico de MPG SAS, está capacitado y certificado en seguridad industrial y trabajo en alturas.
2. Anexamos a la entrega formal del puente grúa:
   - Manual de partes y mantenimiento
   - Manual de operación
3. Charla de capacitación de manejo operación segura a los usuarios que el cliente designe.
4. Charla de capacitación de mantenimiento básico al personal que el cliente designe.
5. Realizamos las Pruebas de funcionamiento y pruebas de carga.
6. Todos nuestros equipos están garantizados por un año por defecto de fabricación, no incluye partes de desgate por operación normal o abuso de los componentes.
7. Componentes eléctricos de alto rendimiento y comercializados nacionalmente.
8. Contamos con personal técnico permanente en Cali, para atender cualquier eventualidad.
9. **Ofrecemos durante el año de garantía dos visitas de inspección, la cual se programara con el cliente a común acuerdo**

Cra 37 # 10 - 303 Bodega 14 Parque Industrial La Esperanza Acopi Yumbo
Tel 690 26 10 / 690 04 79 / 695 94 70 www.mpgcolombia.com

Anexo F. Cuadro resumen de costo de las propuestas de mejoramiento

PROPUESTA	COSTO
Propuesta 1. Seguimiento y control al plan de mantenimiento	$9.600.000
Propuesta 2. Mejorar las condiciones actuales de los equipos	$1.880.000
Propuesta 3. Rediseño de planta	$446.095.005
Propuesta 4.Asignar tiempos para la realización de las actividades	$1.800.000
Propuesta 5. Invertir en equipos deteriorados	$279.198.992
Total	$738.573.997

Fuente El Autor.

Para cada una de las propuestas los costos parciales de lo que incurren se enumeran a continuación.

- Propuesta 1. Seguimiento y control al plan de mantenimiento.

Salario mensual de la persona de mantenimiento	$800.000
Meses laborados	2
total	$9.600.000

- Propuesta 2. Mejorar las condiciones actuales de los equipos.

jornales	$ 1.680.000
capacitaciones	$ 200.000
total	1.880.000,00

- Propuesta 3. Rediseño de planta.

Movimiento de maquinaria	3.821.100
reubicación área de cargue	217.597.510
Implementación área de despacho	216.022.510
implementación 5´s	8.653.885
total	446.095.005

- Propuesta 4. Asignar tiempos para la realización de actividades.

Salario del Auxiliar de producción: $1.800.000 mensual
Total anual: $21.600.000

- Propuesta 5.Invertir en equipos deteriorados.

puente grúa	$	44.420.000
adaptación obra civil	$	1.150.000
compresor+ obra civil y eléctrica	$	53.628.992
montacargas	$	180.000.000
total	$	279.198.992